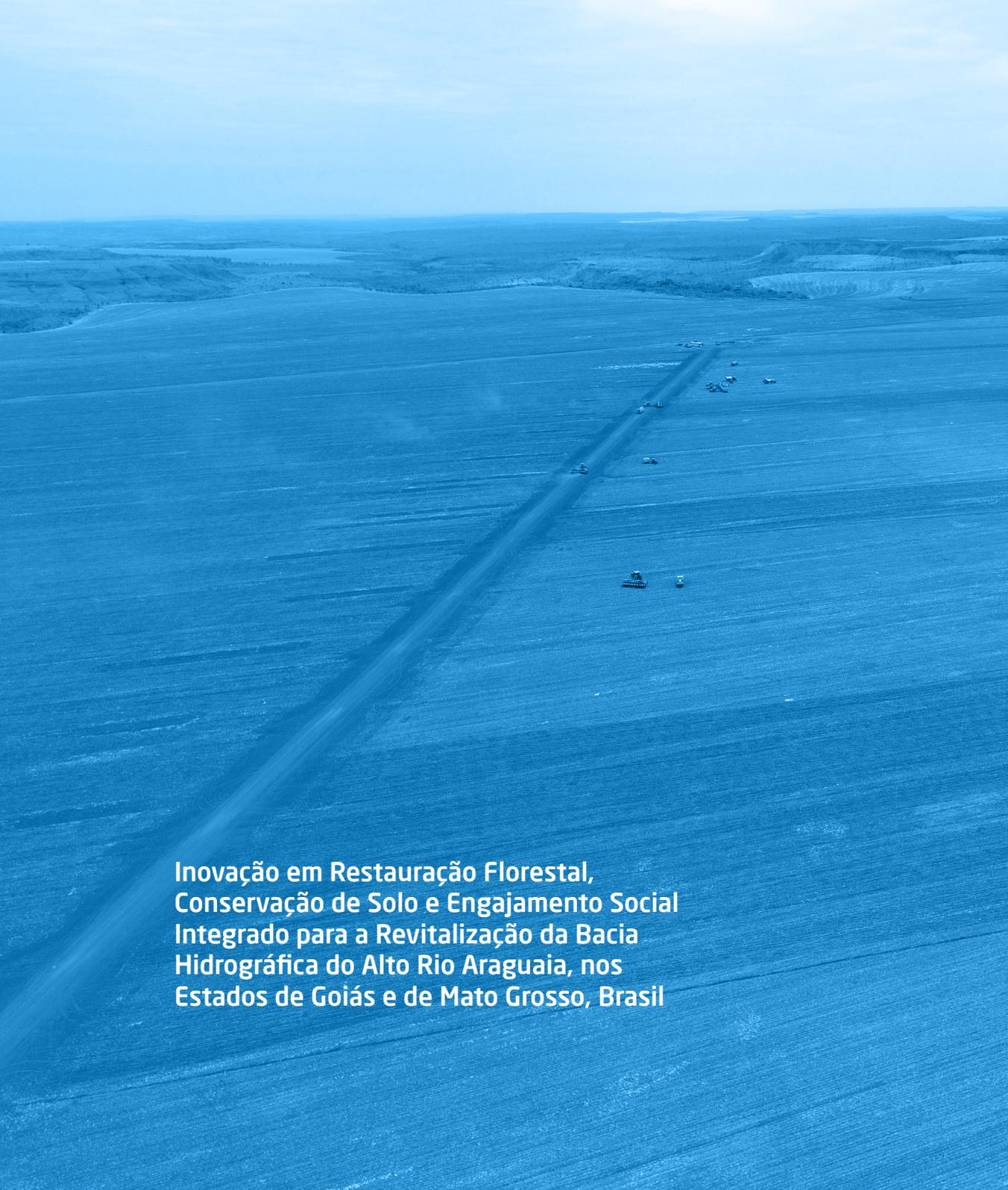




Inovação em Restauração Florestal,  
Conservação de Solo e Engajamento Social  
Integrado para a Revitalização da Bacia  
Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos  
Estados de Goiás e de Mato Grosso, Brasil

# PROJETO EXECUTIVO





Inovação em Restauração Florestal,  
Conservação de Solo e Engajamento Social  
Integrado para a Revitalização da Bacia  
Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos  
Estados de Goiás e de Mato Grosso, Brasil



PROJETO  
EXECUTIVO

---

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Jair Messias Bolsonaro**  
Presidente da República

**Rogério Simonetti Marinho**  
Ministro do Desenvolvimento Regional

**Sergio Luiz Soares De Souza Costa**  
Secretário Nacional de Segurança Hídrica

**Wilson Rodrigues De Melo Júnior**  
Diretor de Recursos Hídricos e Revitalização  
de Bacias Hidrográficas

**Arielle Marie Matos Monteiro**  
Coordenadora-Geral de Revitalização  
de Bacias Hidrográficas

**ESTADO DE GOIÁS**

**Ronaldo Ramos Caiado**  
Governador do Estado de Goiás

**Andrea Vulcanis**  
Secretária de Estado de  
Meio Ambiente e Desenvolvimento  
Sustentável do Estado de Goiás

**ESTADO DO MATO GROSSO**

**Mauro Mendes Ferreira**  
Governador de Mato Grosso

**Mauren Lazzaretti**  
Secretária de Estado de Meio Ambiente

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Demetrius David da Silva**  
Reitor da Universidade Federal de Viçosa

**Rejane Nascentes**  
Vice-Reitora da Universidade Federal de Viçosa

---

# EQUIPE DE TRABALHO DO PROJETO

## COORDENAÇÃO GERAL

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Prof. José Ambrósio Ferreira Neto**  
DSc. Cientista Social, Coordenador Geral  
Departamento de Economia Rural

### APOIO METODOLÓGICO

### INSTITUTO ESPINHAÇO

**Luiz Cláudio Ferreira de Oliveira**  
Presidente

### CONSULTORES

**Vicente Jaguarão Rosa de Queiroz Neto**  
DSc. Engenheiro Civil

**Patrícia Gonçalves de Oliveira**  
DSc. Bióloga

**Yumi Oki**  
DSc. Bióloga

**Geraldo Wilson Afonso Fernandes**  
DSc. Biólogo

**Rafael Deslandes Ribas**  
Geógrafo

## EQUIPE TÉCNICA DO PROJETO EXECUTIVO

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

**Manuel Eduardo Ferreira**  
DSc. Geógrafo

**Pedro Alves Vieira**  
DSc. Geógrafo

**José Alves Junior**  
DSc. Engenheiro Agrônomo

**Sybelle Barreira**  
DSc. Engenheira Florestal

**Clayton Luiz de Melo Nunes**  
DSc. Engenheiro Agrônomo

**Matheus Peres Chagas**  
DSc. Engenheiro Florestal

**Nilson Clementino Ferreira**  
DSc. Engenheiro Cartográfico

**Fernando Moreira Araújo**  
DSc. Geógrafo

**Luciana Gonçalves Tibiriçá**  
DSc. Geóloga

**Elaine Barbosa da Silva**  
DSc. Geógrafa

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

**Fernando Pedroni**  
DSc. Biólogo

**Maryland Sanchez Lacerda**  
DSc. Bióloga

Projeto Gráfico e Diagramação  
**Carlos Joaquim Einloft**  
Editora Asa Pequena

Juntos pelo Araguaia



# sumário

1. BASES DO PROJETO EXECUTIVO DO PROGRAMA .....	9	4.11. FOCOS DE CALOR ATIVOS.....	40
1.1. BREVE HISTÓRICO DO PROJETO EXECUTIVO.....	9	4.12. EROSIÃO.....	40
1.2. JUSTIFICATIVA DA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO .....	10	4.13. DEFINIÇÃO DO ECOSISTEMA DE REFERÊNCIA.....	41
1.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROGRAMA .....	11	4.14. CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA .....	42
1.4. JUSTIFICATIVA DO PROGRAMA POR ESTADO .....	12	4.15. IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DA TERRA DAS ÁREAS PRIORITYÁRIAS .....	43
1.4.1. O ESTADO DE GOIÁS.....	12	4.16. PEDOLOGIA .....	44
1.4.2. O ESTADO DE MATO GROSSO.....	14	4.17. MONITORAMENTO DE CARGA DE SEDIMENTOS .....	45
1.5. DIAGNÓSTICO DE ÁREAS PRIORITYÁRIAS.....	16	5. MACROFLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES .....	46
1.5.1. RESERVAS DE RECARGA .....	16	6. RESULTADOS ESPERADOS, PRODUTOS E INDICADORES .....	48
1.5.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES HÍDRICAS (APPs) .....	21	7. DETALHAMENTO DAS ESTRUTURAS NECESSÁRIAS PARA EXECUÇÃO DO PROGRAMA .....	49
1.5.3. Pastagem EM ÁREAS DE RECARGA .....	21	7.1. ESTRUTURAS FÍSICAS & EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO, VIVEIROS, PLANTIO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.....	49
1.5.4. AGRICULTURA EM ÁREAS DE RECARGA .....	22	7.2. ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS.....	50
1.6. RESUMO DAS ÁREAS PRIORITYÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO ALTO ARAGUAIA .....	22	7.3. ESTRUTURAS FÍSICAS DE GESTÃO & COORDENAÇÕES.....	51
2. OBJETIVO GERAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA .....	27	7.4. ESTRUTURAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL & DESENVOLVIMENTO e FORTALECIMENTO DE CAPACIDADES .....	51
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROGRAMA.....	28	7.5. RECURSOS HUMANOS DE ENGAJAMENTO .....	51
4. RESUMOS DAS METODOLOGIAS .....	29	7.6. RECURSOS HUMANOS DE PRODUÇÃO, VIVEIROS E PLANTIO.....	52
4.1. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	29	7.7. RECURSOS HUMANOS DE GESTÃO, COORDENAÇÃO & ADMINISTRAÇÃO....	53
4.2. MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO.....	31	7.8. RECURSOS HUMANOS DE COMUNICAÇÃO.....	53
4.3. MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E MÉTRICAS DA PAISAGEM A PARTIR DE DADOS SATELITÁRIOS E PLATAFORMAS AÉREAS NÃO TRIPULADAS, VOLTADAS À RESTAURAÇÃO FLORESTAL .....	32	7.9. RECURSOS HUMANOS PARA ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA.....	53
4.4. COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL .....	33	7.10. CONSULTORIAS & ASSESSORIAS TÉCNICAS.....	54
4.5. IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO .....	33	7.10.1. Contextualização .....	54
4.6. IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA.....	34	7.10.2. Importante Esclarecimento.....	54
4.7. HIDROGEOLOGIA .....	35	7.10.3. Coordenador do Núcleo Técnico .....	54
4.8. GEOMORFOLOGIA .....	37	7.10.4. Equipe Operacional & Técnica de Campo .....	55
4.9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL .....	38	7.10.5. Consultores & Especialistas.....	55
4.10. GEOLOGIA .....	39		

8. ORÇAMENTO .....	61
9. CRONOGRAMA SUGERIDO .....	64
10. REFERÊNCIAS .....	65
11. ANEXOS .....	71
ANEXO 1. PROJETO CONCEITUAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA – GOIÁS .....	71
ANEXO 2. PROJETO CONCEITUAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA – MATO GROSSO .....	71
ANEXO 3. METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL .....	71
ANEXO 4. GESTÃO DE GOVERNANÇA.....	72
ANEXO 5. PROPOSTA DE GESTÃO DE RISCOS .....	83
ANEXO 6. MANUAL DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	91
ANEXO 7. MANUAL MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO .....	104
ANEXO 8. MANUAL DE MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E MÉTRICAS DA PAISAGEM A PARTIR DE DADOS SATELITÁRIOS E PLATAFORMAS AÉREAS NÃO TRIPULADAS, VOLTADAS À RESTAURAÇÃO FLORESTAL.....	128
ANEXO 9. MANUAL DE IMPLANTAÇÃO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO .....	138
ANEXO 10. MANUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA .....	141
ANEXO 11. MANUAL DE HIDROGEOLOGIA .....	155
ANEXO 12. MANUAL DE GEOMORFOLOGIA .....	162
ANEXO 13. MANUAL GEOMORFOLOGIA FLUVIAL.....	166
ANEXO 14. MANUAL DE GEOLOGIA .....	172
ANEXO 15. MANUAL DE FOCOS DE CALOR ATIVOS.....	178
ANEXO 16. MANUAL DE EROÇÃO.....	190
ANEXO 17. MANUAL DE DEFINIÇÃO DO ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA.....	197
ANEXO 18. CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA .....	205
ANEXO 19. MANUAL DE IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DA TERRA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS .....	234
ANEXO 20. MANUAL DE PEDOLOGIA .....	240
ANEXO 21. MANUAL SENSIBILIZAÇÃO, MOBILIZAÇÃO SOCIAL INTEGRADA E ENGAJAMENTO DE PRODUTORES RURAIS.....	245
ANEXO 22. MANUAL DE MONITORAMENTO DE CARGA DE SEDIMENTOS .....	263

ANEXO 23. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS FÍSICAS & EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO, VIVEIROS, PLANTIO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.....	274
ANEXO 24. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS .....	279
ANEXO 25. ESTRUTURAS DE GESTÃO & COORDENAÇÕES .....	281
ANEXO 26. ESTRUTURAS DE ADMINISTRAÇÃO, CONTROLES, COMPRAS & ESTOQUES .....	282
ANEXO 27. ESTRUTURAS DE LOGÍSTICA E VEÍCULOS .....	283
ANEXO 28. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE MONITORAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO ..	284
ANEXO 29. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, DESENVOLVIMENTO & FORTALECIMENTO DE CAPACIDADES.....	286
ANEXO 30. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE COMUNICAÇÃO .....	286
ANEXO 31. DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE CAMPO .....	287
ANEXO 32. DETALHAMENTO DO ORÇAMENTO DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA .....	289

# figuras

Figura 1 Mapa das Áreas de Recarga preferenciais na bacia hidrográfica do Alto Araguaia .....	17
Figura 2 Mapa do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da bacia hidrográfica do Alto Araguaia.....	18
Figura 3 Escala de áreas prioritárias para a recuperação ambiental na bacia hidrográfica do Alto Araguaia.....	19
Figura 4 Grupos de áreas prioritárias para a recuperação ambiental na bacia hidrográfica do Alto Araguaia.....	20
Figura 5 Fluxograma metodológico para seleção de reservas de recarga prioritárias à recuperação.....	21
Figura 6 Fluxograma metodológico para seleção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas prioritárias à recuperação.....	21
Figura 7 Fluxograma metodológico para seleção de APPs hídricas prioritárias à recuperação.....	22
Figura 8 Fluxograma metodológico para a seleção de áreas agrícolas em zonas de recarga prioritárias à recuperação.....	22
Figura 9 Total de áreas prioritárias de Reserva de Recarga e Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas selecionadas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Alto Araguaia, por estado e escala de prioridade.....	23
Figura 10 Total de áreas prioritárias de Pastagem e Agricultura em Recarga selecionadas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Alto Araguaia, por estado e escala de prioridade.....	23
Figura 11 Orçamento geral em percentuais.....	62
Figura 12 Custos com recursos humanos.....	62
Figura 13 Custos com estruturas.....	63
Figura 14 Aportes para unidades de produção de mudas.....	63

# tabelas

Tabela 1 Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades para cada município na área de abrangência do estudo na bacia do Alto Araguaia, no estado de Goiás.....	24
Tabela 2 Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades para cada município na área de abrangência do estudo na bacia do Alto Araguaia, no estado de Mato Grosso.....	25
Tabela 3 Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo de uso da terra e escala de prioridades nas principais sub bacias na área de abrangência do estudo da bacia do Alto Araguaia.....	25
Tabela 4 Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades em Unidades de Conservação na área de abrangência do estudo na Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia .....	26
Tabela 5 Resultados esperados, produtos e indicadores do Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia.....	48
Tabela 6 Orçamentos por serviços e total do Programa Juntos pelo Araguaia.....	61
Tabela 7 Cronograma operacional das atividades previstas no projeto executivo, do Programa Juntos pelo Araguaia.....	64

Juntos pelo Araguaia



# 1. BASES DO PROJETO EXECUTIVO DO PROGRAMA

## 1.1. BREVE HISTÓRICO DO PROJETO EXECUTIVO

O Programa “Juntos Pelo Araguaia – Inovação em Recomposição Florestal, Conservação de Solo e Água, Engajamento Social, Enfrentamento dos Efeitos das Mudanças Climáticas, Desenvolvimento Sustentável e Fortalecimento do Agronegócio para a Revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos Estados de Goiás e Mato Grosso” foi idealizado pelo Instituto Espinhaço e teve seu Projeto Conceitual elaborado voluntariamente por essa OSC, por meio de Acordo de Cooperação com os dois estados, entregue em maio de 2019, e foi lançado no dia 05 de junho de 2019, no município de Aragarças/GO, pelo governo federal e os governos estaduais de Goiás e Mato Grosso.

Desde então, o governo federal – por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional / Se-

cretaria Nacional de Segurança Hídrica – e os governos estaduais de Goiás e Mato Grosso – respectivamente e através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Goiás e Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso – vêm empenhando o melhor de seus esforços na consecução desse relevante e desafiador Programa.

Conforme Termo de Execução Descentralizado (TED) do Ministério do Desenvolvimento Regional / Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, o Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia constitui-se, fundamentalmente, do planejamento detalhado que será elemento norteador para a execução de todas as ações e processos do Programa. Essas ações e processos de insumos, mão de obra, metodologias técnicas, arranjos de unidades de produção de mudas, ações institucionais e de mobilização com

instituições e beneficiários diretos, processos administrativos e gerenciais serão levantados e quantificados, com máximo detalhamento. Além disso, serão previstos os respectivos recursos financeiros necessários para cada atividade, bem como os prazos de execução vinculados.

Ao final de todo o planejamento, serão desenvolvidas a compilação e a compatibilização dos dados e informações de cada ação e processo e a montagem do caderno detalhado do Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia.

A elaboração do Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia só foi possível por meio do aporte financeiro do Ministério do Desenvolvimento Regional / Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, que viabilizou os estudos de identificação e definição das áreas prioritárias para a recuperação ambiental do solo e da água, na região.

## 1.2. JUSTIFICATIVA DA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

A Elaboração de Projeto Executivo para o Programa “*Juntos pelo Araguaia – Inovação em Recomposição Florestal, Conservação de Solo e Água, Engajamento Social, Enfrentamento dos Efeitos das Mudanças Climáticas, Desenvolvimento Sustentável e Fortalecimento do Agronegócio para a Revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos Estados de Goiás e Mato Grosso*”, foi lançado no dia 05 de junho de 2019, no município de Aragarças-GO, pelo governo federal e os governos estaduais de Goiás e Mato Grosso.”, como descreve o TED elaborado entre o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR e a Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Esse Programa tem como foco principal a melhoria da qualidade ambiental e a revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, apontando caminhos para a construção de novas modelagens de uso e ocupação de solo na região, bem como para promover a recomposição florestal de APPs e áreas de recarga hídrica, com base na gestão integrada e estratégica do território, tendo com epicentro a lógica de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e execução de ações. Entre essas estão a criação de mecanismos de conservação am-

biental e da biodiversidade, o enfrentamento da pobreza e a melhoria das práticas de conservação e uso do solo, resultantes das áreas produtivas.

A revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia é um anseio do Centro-Oeste, e a proposição de Goiás e Mato Grosso está em plena sinergia com as premissas e diretrizes do Ministério do Desenvolvimento Regional. Neste objetivo, a adoção de práticas de conservação do solo e da água, associadas à recomposição da vegetação nativa, à luz do CAR-PRA, mostra-se como essencial para a bacia. A área total da bacia é de 340.086 km<sup>2</sup>, ou seja, 4% do território nacional, com uma população de cerca de 6 milhões de habitantes, influenciando diretamente na economia de cinco estados brasileiros, o que configura a presente iniciativa como de extrema relevância para o Estado Brasileiro.

É imperativo destacar que as metodologias tradicionais de restauração/recomposição florestal e práticas de conservação de solo e água, quando realizadas sem a definição das áreas prioritárias para a “produção de água”, resultam em esforços financeiros que nem sempre alcançam os resultados esperados no tempo necessário. Portanto, a execução de

tais práticas de recuperação ambiental deve ser precedida do diagnóstico de identificação e definição de áreas prioritárias, sem o qual qualquer ação nesse sentido estará comprometida.

O Programa Juntos pelo Araguaia será implementado, inicialmente, nos municípios incluídos na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, inicialmente, na região do Alto Rio Araguaia, nos estados de Goiás e Mato Grosso. A região apresenta grande expressividade na produção agropecuária no Brasil, e projeções realizadas estimam que o Centro-Oeste e o Norte do país apresentam crescimento acima da média nacional para os anos 2019-2020, sobretudo, em razão da pauta da indústria do agronegócio.

Esse potencial agropecuário ressalta a importância do manejo correto das áreas produtivas, de forma que a água e o solo sejam mais bem manejados e conservados, uma vez que esses são elementos fundamentais para a manutenção e a possível expansão das atividades e, sobretudo, para apoiar e fortalecer os serviços ecossistêmicos no território da bacia do Alto Rio Araguaia, já bastante comprometida com o carreamento de solos, em grande volume, para o curso dos rios contribuintes e para o próprio Alto Rio Araguaia.

De outro lado, comprometida a disponibilidade de água para o setor agropecuário na região do Araguaia, o impacto será direto na economia dos dois estados, dado que a região proposta para o projeto concentra, entre outros, uma grande quantidade de sistemas de irrigação e produção de alimentos com alto índice de uso de água, hoje insumo estratégico. Os processos de recomposição da vegetação nativa e ações de uso e conservação de solo são primordiais para garantir a segurança hídrica para a região do Alto Rio Araguaia, necessários para suprir as necessidades da indústria agropecuária e do abastecimento humano na região, uma vez que a calha principal do Alto Rio Araguaia e seus contribuintes são fonte essencial para o abastecimento de 25% do território do estado de Goiás e 8% de sua população, por exemplo. Além disso, os serviços ecossistêmicos do Cerrado, bioma predominante na região, são fundamentais para a produção de água, contribuindo também para outras importantes bacias hidrográficas brasileiras.

De acordo com previsões demográficas das Organizações das Nações Unidas, a população mundial deve chegar a mais de 9 (nove) bilhões de pessoas até o ano de 2050, o que afeta diretamente a necessidade de aumento da produção de insumos para a sobrevivência hu-

mana, sobretudo produtos alimentícios. Essa pressão recai diretamente sobre os recursos ambientais, tais como solos, água, florestas e biodiversidade, os quais podem ser comprometidos se não manejados de forma adequada. A humanidade vivencia um período de avanço tecnológico que impacta, também, as produções agrícola e pecuária. Porém, deve-se ter em conta que são necessários avanços no que se refere às práticas de conservação dos recursos naturais, inclusive aqueles que interferem na disponibilidade e na qualidade da água, que é o principal insumo para o setor da indústria da produção agrícola.

A identificação das áreas prioritárias para recomposição florestal é ação estratégica para a elaboração do Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia. O diagnóstico de áreas prioritárias garantirá celeridade e a assertividade dos processos de reabilitação ambiental da região da bacia do Rio Araguaia, área mais a montante, onde estão as microbacias que alimentam a vida e a calha principal do Alto Rio Araguaia. As ações de recomposição da vegetação nativa e as ações de conservação do solo e da água previstas no Programa são pilares fundamentais para que se possa alcançar o propósito central do Programa: contribuir para ampliar a produção e a disponibilidade

de água, com qualidade e quantidade para o uso humano, bem como para o suporte aos setores produtivos e para o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos na região do Alto Rio Araguaia. O aporte financeiro do Ministério do Desenvolvimento Regional / Secretaria Nacional de Segurança Hídrica engloba a elaboração do Projeto Executivo para implementação do Programa Juntos pelo Araguaia.

### 1.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROGRAMA

Com sua nascente localizada na Serra do Caipó, em Mineiros, nos altiplanos que dividem os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, o rio banha também os estados de Tocantins e Pará e tem 2.115 quilômetros de extensão. Toda a região da bacia tem importância ecológica, turística, socioeconômica e cultural incalculável. Espécies que dependem de grandes áreas nativas para sobreviver, tais como a onça-pintada, têm no Alto Rio Araguaia um importante ambiente para se manter, reproduzir e dispersar.

A bacia hidrográfica representa aproximadamente 25% do território goiano e abriga cerca de 8% da população de todo o estado. Contudo, um dos maiores patrimônios ambientais desse estado tem sido alvo de maior degradação am-

biental ao longo dos últimos anos. O processo erosivo de degradação ambiental e de assoreamento é uma das principais preocupações ambientais em relação à bacia atualmente.

Segundo relata o Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás (UFG), na sua alta bacia concentram-se mais de 300 focos erosivos, sendo um quinto deles de grande porte (de 300 a 4 mil metros do ramo principal, a maioria surgida ainda na década de 1980). Diversos fatores ainda podem colaborar para o desencadeamento de um processo de maior degradação ambiental do rio, como o desmatamento indiscriminado de áreas de proteção ambiental (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal), além do uso inadequado do solo e a fragmentação natural da cobertura vegetal.

Quem conhece o Alto Rio Araguaia sabe que a diminuição significativa da sua ictiofauna (conjunto das espécies de peixes) é perceptível. A pesca indiscriminada, inclusive em áreas de cardumes, é um grande exemplo de destruição do potencial ecológico do rio.

Para isso, medidas pontuais de proibição completa da pesca esportiva por um período de cinco anos poderiam reforçar ações ambien-

tais para reverter esse triste cenário ambiental. Apenas a proibição legal de não trazer os pescados do rio na região de Goiás não tem-se mostrado medida suficiente para a conservação ecológica do Araguaia.

É preciso aumentar significativamente, por parte do Estado, em parceria com a sociedade, os recursos financeiros investidos na recuperação do rio, aliando medidas de vigilância e monitoramento ambiental. É o caso do uso pontual da tecnologia, com imagens de satélite para localizar os danos, recuperar áreas degradadas, propiciar as medidas compensatórias e a aplicação da legislação ambiental.

Cabe ressaltar que, quando o carreamento do solo e a diminuição da cobertura vegetal ocorrem nas nascentes e a montante do rio, as consequências relacionadas à diminuição da quantidade e da qualidade da água são potencializadas. Esses problemas já podem ser verificados na cabeceira de várias nascentes do Alto Rio Araguaia.

## **1.4. JUSTIFICATIVA DO PROGRAMA POR ESTADO**

### **1.4.1. O ESTADO DE GOIÁS**

O Programa Juntos Pelo Araguaia: Inovação em Restauração Florestal, Conservação de

Solo e Engajamento Social Integrado para a Revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, no estado de Goiás, será implementado nos municípios incluídos no território da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nesse estado, que apresenta, em seu território, um expressivo cenário de produção da região Centro-Oeste do Brasil. Segundo o Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Econômicos (IMB), da Secretaria de Gestão e Planejamento (Segplan), o Produto Interno Bruto (PIB) de Goiás cresceu 3,1% no 4.º trimestre de 2018, e esse bom desempenho manteve Goiás no seletor grupo das dez maiores economias entre os estados da Federação. Goiás é a nona economia brasileira, com um PIB de R\$ 189 bilhões (estimativa do IBGE para 2017), que representa 2,8% do PIB nacional. Sua renda per capita resulta em R\$ 27.457,63. Projeções realizadas para 2019 estimam que o Centro-Oeste e o Norte do Brasil vão crescer acima da média nacional.

Apesar do bom desempenho no 4.º trimestre de 2018, com a agropecuária goiana apresentando taxa de 21,6% comparada ao mesmo trimestre do ano anterior (fonte: IMB/março 2019), no acumulado do ano, com queda de -2,1%, as estimativas mais atualizadas referentes à produção agrícola para o ano de

2018 – obtidas no LSPA/IBGE (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA/IBGE. Posição em dez/18) – mostram que duas das principais culturas de Goiás (soja e milho) recuaram seus volumes de produção em comparação ao ano anterior. Os resultados se devem, principalmente, à alteração do ciclo de chuvas que impactaram o potencial produtivo das lavouras.

A Organização das Nações para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que 830 milhões de pessoas já sofrem atualmente de insegurança alimentar e que as mudanças climáticas podem agravar o problema nos próximos anos, com secas provocando escassez de alimentos e fome. De acordo com a definição do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, as regiões mais vulneráveis em termos de mudanças climáticas serão aquelas que, além de enfrentarem mudanças climáticas mais duras, têm pouca capacidade adaptativa para lidar com essas mudanças, sendo mais dependentes do setor agrícola em sua estrutura produtiva. No Brasil, estima-se o impacto direto dessa mudança no padrão climático sobre as principais culturas agrícolas e, conseqüentemente, sobre a economia. As projeções de mudanças climáticas feitas para o Centro-Oeste brasileiro indicam um quadro

de atenção que demanda implementação de alternativas para esses territórios.

Atualmente, o setor agropecuário representa 10,4% do PIB goiano (IMB 2015); e, graças à utilização de tecnologia avançada, esse setor representa o quarto lugar na produção nacional de grãos, que resulta em 22,815 milhões de toneladas, o que representa 9,5% da produção de grãos brasileira. O rebanho bovino de Goiás representa 10,6% do efetivo nacional, ficando em 2.º lugar no ranking brasileiro; a suinocultura e a avicultura estão em 6.º lugar no ranking nacional, cuja produção representa 5,0% e 5,3% da produção brasileira, respectivamente. Além disso, o estado se posiciona como o 2.º maior produtor de cana-de-açúcar (76 milhões de toneladas), conseqüentemente, o 2.º maior produtor nacional de etanol, cuja produção na safra 2017/2018 atingiu 4,6 bilhões de litros, e é o 4.º maior produtor de açúcar do país, com 2,3 milhões de toneladas. Para tanto, o número de usinas implantadas em Goiás aumentou bastante. Todo esse crescimento trouxe abundância ao estado; mas a intensificação da utilização da água para produção de energia pelas usinas elétricas é preocupante. Atualmente, existem 36 usinas em atividade, uma em implantação e duas suspensas.

Para estabelecer metas e parâmetros para o uso sustentável dos recursos hídricos, foi instituída em 2018 a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás, promulgada por meio da Lei n.º 20.096, de 23 de maio de 2018, a qual também aprovou o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o triênio 2017-2020. O Plano Estadual de Recursos Hídricos é um plano de longo prazo, com horizonte de planejamento no ano de 2030, tendo como conteúdo mínimo o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise de alternativas de crescimento demográfico, evolução de atividades produtivas, alterações nos padrões de uso do solo; balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, entre outros.

Com esse potencial agropecuário, torna-se primordial o manejo correto das áreas produtivas, em que a água e o solo são elementos fundamentais para manutenção e possível expansão das atividades. Sem a disponibilidade da água, a indústria agropecuária de toda a região estará comprometida. Daí, a significativa importância da recuperação de áreas estraté-

gicas para a produção de água, visando apoiar a indústria do agronegócio.

As atividades econômicas históricas da região de Goiás estão associadas à busca pela mineração, atividade que tem por característica o impacto às Áreas de Preservação Permanente (APPs). Em 1725, o bandeirante Bartolomeu Bueno, conhecido como Anhanguera, conseguiu encontrar e explorar ouro nas margens do Rio Vermelho, fundando o povoado da Barra e depois o Arraial de Sant'Anna. Com a grande quantidade de ouro que foi extraída das minas, o Arraial, por sua importância econômica para a Coroa Portuguesa, foi elevado à categoria de Vila e, em meados de 1750, foi denominado Vila Boa de Goiás. Com o declínio da extração mineral, a economia goiana nos séculos XVIII e XIX passou a se dedicar mais às atividades ligadas à pecuária e à agricultura. No século XX, Goiás desenvolveu a agricultura como principal atividade econômica. E essa atividade permanece até os dias atuais.

Considerando-se a importância do agronegócio para o estado de Goiás e os grandes prejuízos econômicos que as áreas produtivas manejadas incorretamente podem gerar, faz-se necessário o uso de técnicas que mantenham o solo e a água tanto no meio rural, quanto no

urbano. Nesse contexto, ações de conservação do solo, como a implantação de bacias de contenção de águas de chuvas e sedimentos, terraceamento de pastagens e áreas agrícolas para aumento da infiltração e direcionamento de canais de escoamento superficial, restauração florestal para isolamento e plantio de mudas em nascentes e matas ciliares assumem caráter prioritário, tendo em vista os benefícios para a população, em termos de qualidade de vida e desenvolvimento socioeconômico.

Para estabilidade e expansão dos sistemas produtivos na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia são necessárias ações que consigam manter o manejo adequado do solo para produção agropecuária e água disponível nos mananciais e nos lençóis subterrâneos para abastecimento das cidades, sistemas produtivos e dessedentação animal. Destaca-se que o Brasil assumiu o compromisso internacional de restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 e adotar práticas de agricultura de baixo carbono em 22 milhões de hectares até o mesmo período.

#### 1.4.2. O ESTADO DE MATO GROSSO

Mato Grosso se destaca no cenário do agronegócio nacional, principalmente na produção agrícola, e se encontra em primeiro lugar,

como maior produtor brasileiro de algodão (IBGE, 2017).

Em 2017, o Centro-Oeste foi a região que mais melhorou seu PIB. Esse desempenho explica o crescimento da participação estadual no PIB nacional e no ranking entre os maiores PIBs do país. Na agropecuária, o estado destaca-se na cultura de algodão, milho e soja, bem como na criação de bovinos, aves e suínos. A produção nacional da soja, recorde na safra 2016-2017, alcançou 114.075,3 milhões de toneladas, crescendo 16,34% em relação à safra 2015-2016, quando Mato Grosso teve uma ampliação de área de 7,39%, corroborando os dados que apontam o crescimento nacional. Na cultura do algodão, do milho e da soja, o estado participa com 66,04%, 29,51% e 26,74% na produção nacional (IBGE, 2017). A maioria das lavouras de algodão em Mato Grosso é atualmente conduzida em sistema convencional (aração e gradagem) ou de plantio semidireto em cima de milheto. A cultura do algodão tem expressiva representatividade para o estado, pois se estima uma produção em mais de 794 mil hectares. Destaca-se que os atuais sistemas de cultivo do algodoeiro usam quantidades cada vez maiores de herbicidas e inseticidas, aumentando drasticamente os custos de produção e o impacto ambiental na produção.

Além disso, assim com outras culturas, o cultivo do algodoeiro favorece a erosão do solo, por causa da utilização de maquinários e processos mecanizados, que potencializam o processo de carreamento de solo no período chuvoso.

O setor agropecuário no Brasil é um dos que mais se desenvolveu nas últimas décadas, por meio de mecanismos tecnológicos modernos utilizados na produção de matérias-primas e alimentos, possibilitando condições produtivas mais favoráveis. Apesar da grande importância econômica para o país, nos anos de 2015 e 2016 a produção agrícola sofreu um recuo de 28,8% na produção total, em razão da estiagem, especialmente no período de segunda safra, fato que demonstra a relevância dos impactos das mudanças climáticas na indústria do agronegócio. A falta de disponibilidade de água para a manutenção dos sistemas produtivos também foi crucial para tamanho recuo. De acordo com dados do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), outra atividade extremamente dependente da água e em grande ascensão no estado é a piscicultura. De acordo com o último levantamento feito pela Associação Brasileira de Piscicultura, Mato Grosso é o novo player produtor nacional de peixes, com uma produção de 24,1 mil toneladas por ano.

No estado de Mato Grosso houve, nas últimas décadas, importantes modificações na sua paisagem natural, originárias do modelo de desenvolvimento da região e do país, cujas bases consistiram na incorporação de novas terras agrícolas para impulsionar a ocupação do território (SEMA, 2018). A economia, no Período Colonial, da capitania de Mato Grosso era denominada agroexportadora, porque predominava a pecuária extensiva paralela à atividade mineradora de ouro, que foi a grande responsável pelo povoamento de Mato Grosso e que proporcionou a ocupação urbana na área de Cuiabá.

De igual maneira, proporcionou também, a partir de 1736, a criação de outros pequenos povoados, como Diamantino, São Francisco, Santana, Rosário, Coxim e Camapuã. Como todo o Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso beneficiou-se da política de interiorização do desenvolvimento dos anos 1940 e 1950 e da política de integração nacional dos anos 1970, quando se garantiram mecanismos fiscais e financeiros que estimularam a ocupação da nova fronteira que se delineava.

Nota-se que, entre as principais atividades econômicas que se desenvolveram no século XX, predominou a criação de gado e o cultivo da erva-mate, aumentando proporcionalmen-

te a demanda hídrica, seja para produção, seja para abastecimento público.

Com esse potencial agropecuário, torna-se primordial o manejo correto das áreas produtivas, em que a água e o solo são elementos fundamentais para manutenção e possível expansão das atividades produtivas essenciais à estabilidade do sistema econômico estadual. Sem a disponibilidade de água, a indústria agropecuária de toda a região do Alto Rio Araguaia e de outras estará comprometida, demonstrando a significativa importância da recuperação de áreas estratégicas para a “produção de água”, visando ao apoio direto à indústria do agronegócio e, também, da agricultura familiar. Considerando-se a importância do agronegócio para o estado de Mato Grosso e os grandes prejuízos econômicos que as áreas produtivas manejadas incorretamente podem gerar, faz-se necessário o uso de técnicas que conservem o solo e a água no meio rural e, quando possível, também nas cidades.

Nesse contexto, ações de conservação do solo – como a implantação de bacias de contenção de águas de chuva e de sedimentos, terraceamento de pastagens e de áreas agrícolas para o aumento da infiltração e o direcionamento de canais de escoamento

superficial, a recomposição florestal para isolamento e plantio de mudas em nascentes e matas ciliares – assumem caráter prioritário, tendo em vista que o fortalecimento da infraestrutura verde trará benefícios para os produtores rurais e para as populações nas cidades que dependem direta e indiretamente dos mananciais vinculados à Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia.

## 1.5. DIAGNÓSTICO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS

A metodologia proposta para selecionar as áreas com maior potencial na revitalização da bacia do Alto Araguaia, as quais serão priorizadas para intervenções de recuperação, considerou aspectos ambientais e socioeconômicos, descritos na Metodologia e Definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental, elaborado pela Universidade Federal de Viçosa (2020). Para a priorização das áreas foram utilizadas informações da área da bacia do Alto Araguaia, contidas em imagens de satélite e dados oficiais, que resultaram em duas variáveis principais: i. as Áreas preferenciais de Recarga Hídrica (Figura 1) e ii. o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) (Figura 2), composto pelos Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) e Ambiental (IVA); e ii.

As áreas prioritárias foram divididas em três escalas de prioridades (Muito Alta, Alta e Média), estabelecidas de acordo com a classe do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) (Figura 3), em que a escala de prioridade Muito Alta consiste nas áreas classificadas com o IVSA Muito Alto; a escala Alta, com o IVSA Alto; e a Média, com o IVSA Médio que, localizadas em Áreas de Recarga, compõe as áreas prioritárias para recuperação ambiental na bacia do Alto Araguaia. Para todas as áreas, adotou-se o critério de área mínima de 5 ha, a fim de evitar a seleção de fragmentos de dimensões reduzidas.

Além da escala de prioridade, as áreas prioritárias foram divididas em 5 grupos, de acordo com a sua localização, seu uso e cobertura do solo: (1) Reservas de Recarga; (2) Áreas de Preservação Permanente hídricas (APPs) associadas às Áreas de Recarga; (3) APPs hídricas dissociadas às Áreas de Recarga; (4) Pastagens em Áreas de Recarga; e (5) Uso Agrícola em Áreas de Recarga (Figura 4). As metodologias adotadas para seleção das áreas prioritárias são apresentadas nos subitens a seguir.

### 1.5.1. RESERVAS DE RECARGA

As áreas de Reserva Legal (RL) disponíveis na base de dados auto declaratórios do Cadastro

Ambiental Rural (CAR), localizadas em Áreas de Recarga e classificadas com o IVSA em Muito Alto, Alto e Médio foram selecionadas como prioritárias e denominadas Reservas de Recarga (RR). Segundo a legislação brasileira, as RL têm, entre outras funções, auxiliar na conservação e na reabilitação dos processos ecológicos e devem ser mantidas com cobertura vegetal nativa pelos proprietários, sendo necessária sua restauração em casos de usos incompatíveis, até o percentual da área do imóvel rural exigido nos termos da Lei 12.651/2012. Nesse contexto, é estratégica a escolha das RL como áreas prioritárias para as ações de restauração do Programa Juntos pelo Araguaia, uma vez que são previamente indicadas pelos proprietários rurais como áreas destinadas à cobertura vegetal nativa. O fluxograma metodológico da determinação das áreas de Reserva de Recarga é apresentado na Figura 5.

As RR prioritárias totalizaram 52.591 ha, sendo 23.658 ha em Goiás e 28.933 ha em Mato Grosso. Ao considerar a escala de prioridade, em Goiás, 22.403 ha estão em áreas de Muito Alta prioridade, 1.241 ha em Alta e 14 ha em Média prioridade. Para Mato Grosso, 28.279 ha do total estão em áreas de Muito Alta, 654 ha em Alta e nenhum ha em Média prioridade.

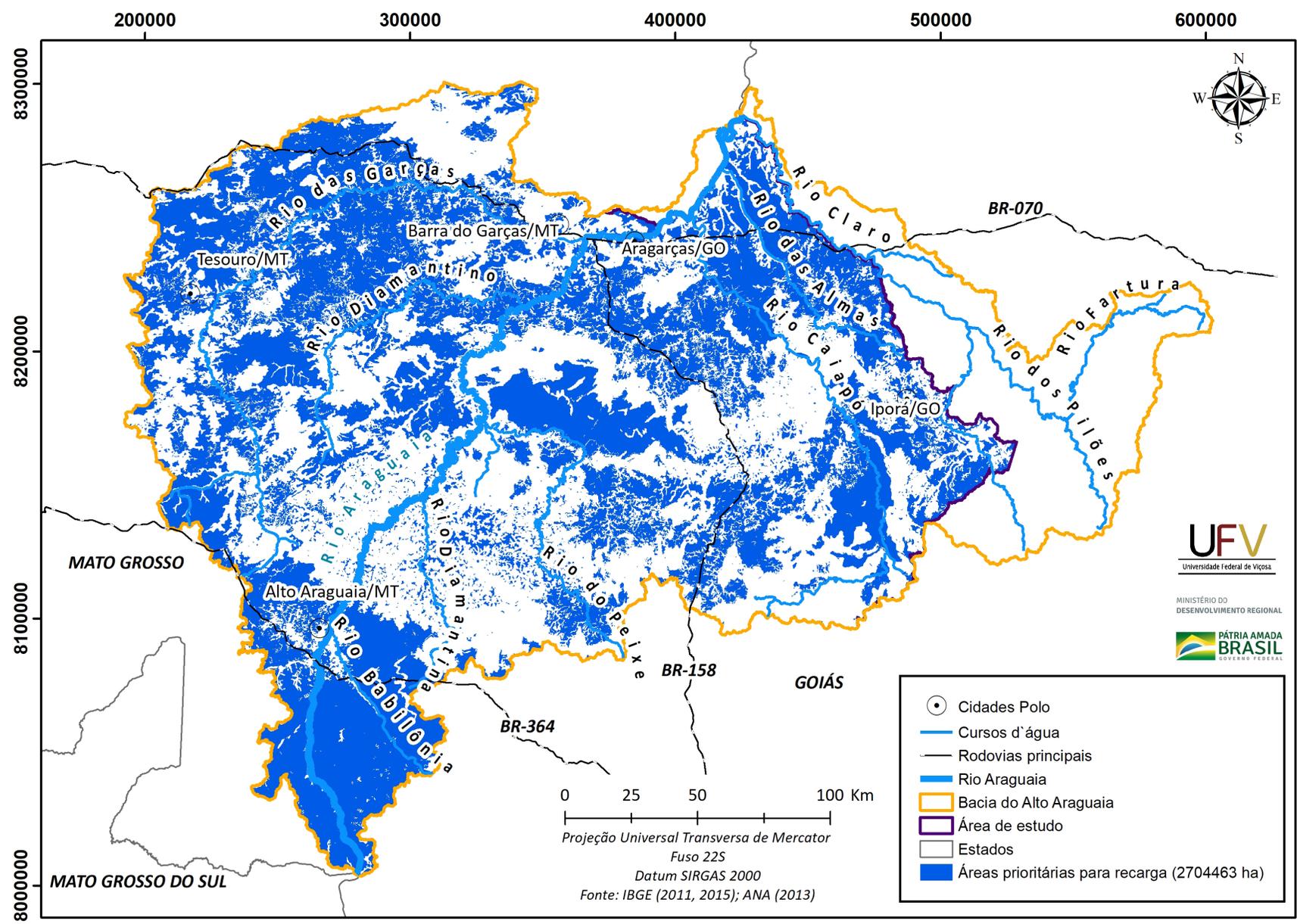


Figura 1 Mapa das Áreas de Recarga preferenciais na bacia hidrográfica do Alto Araguaia. Fonte: UFV (2020).

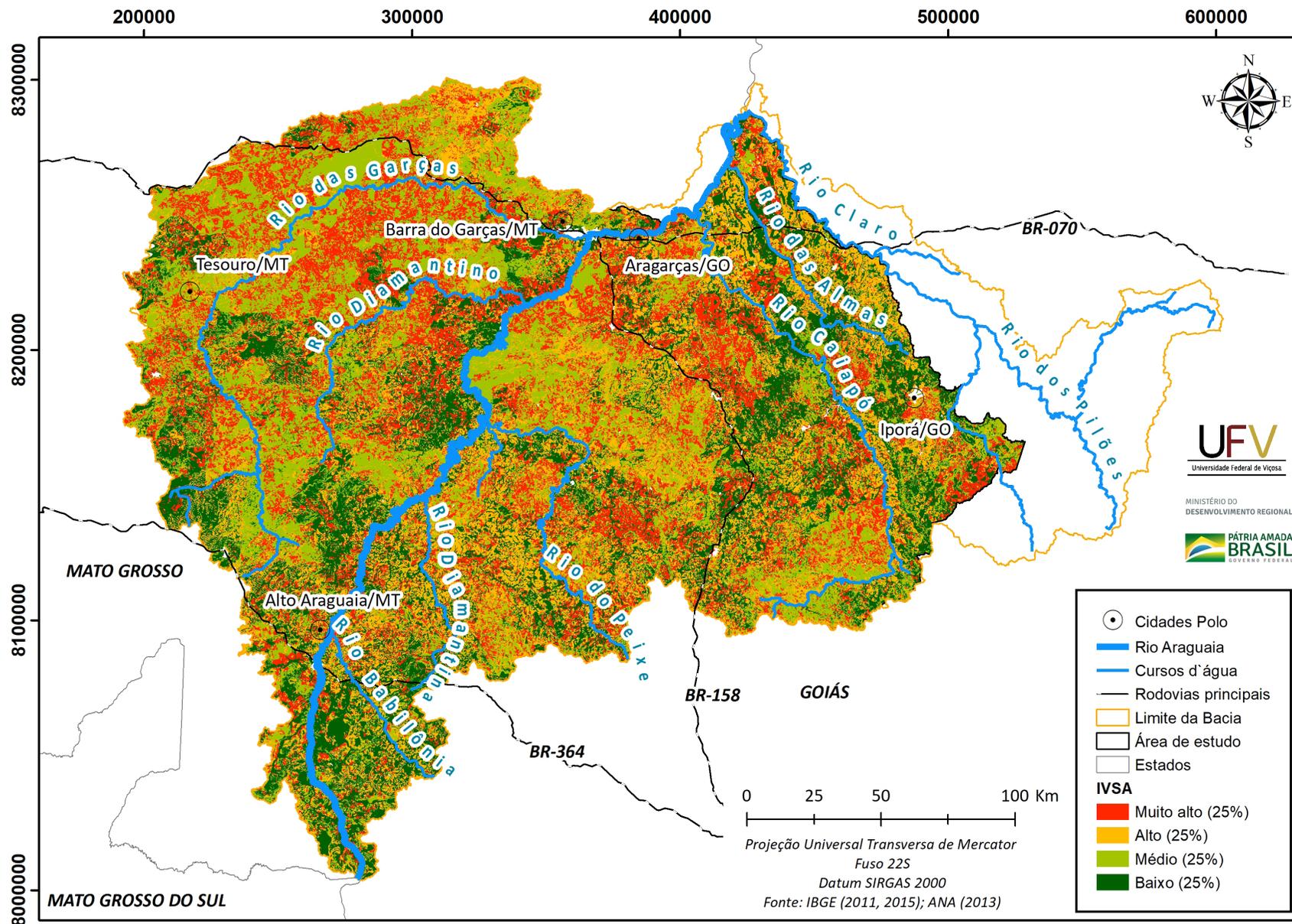
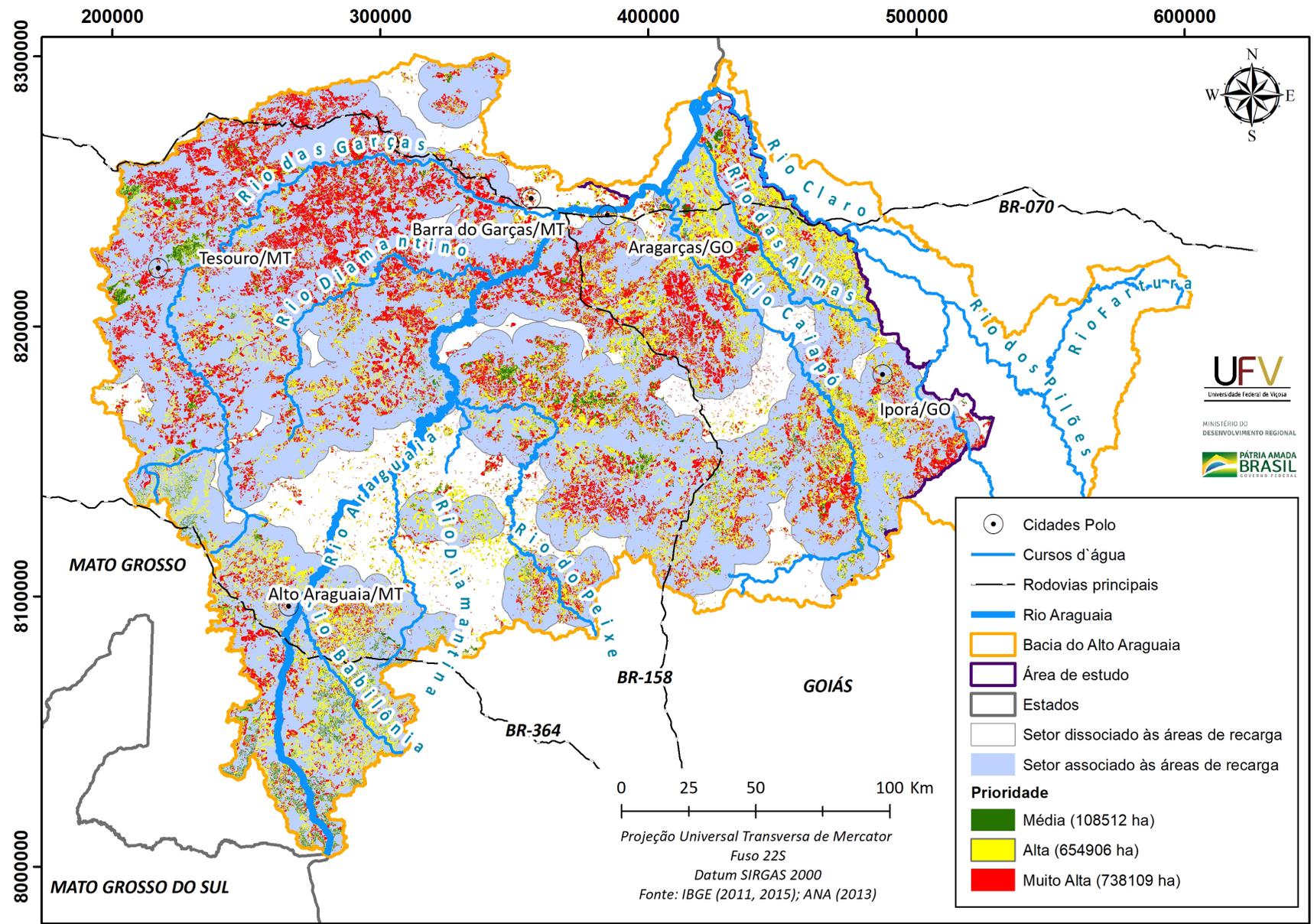
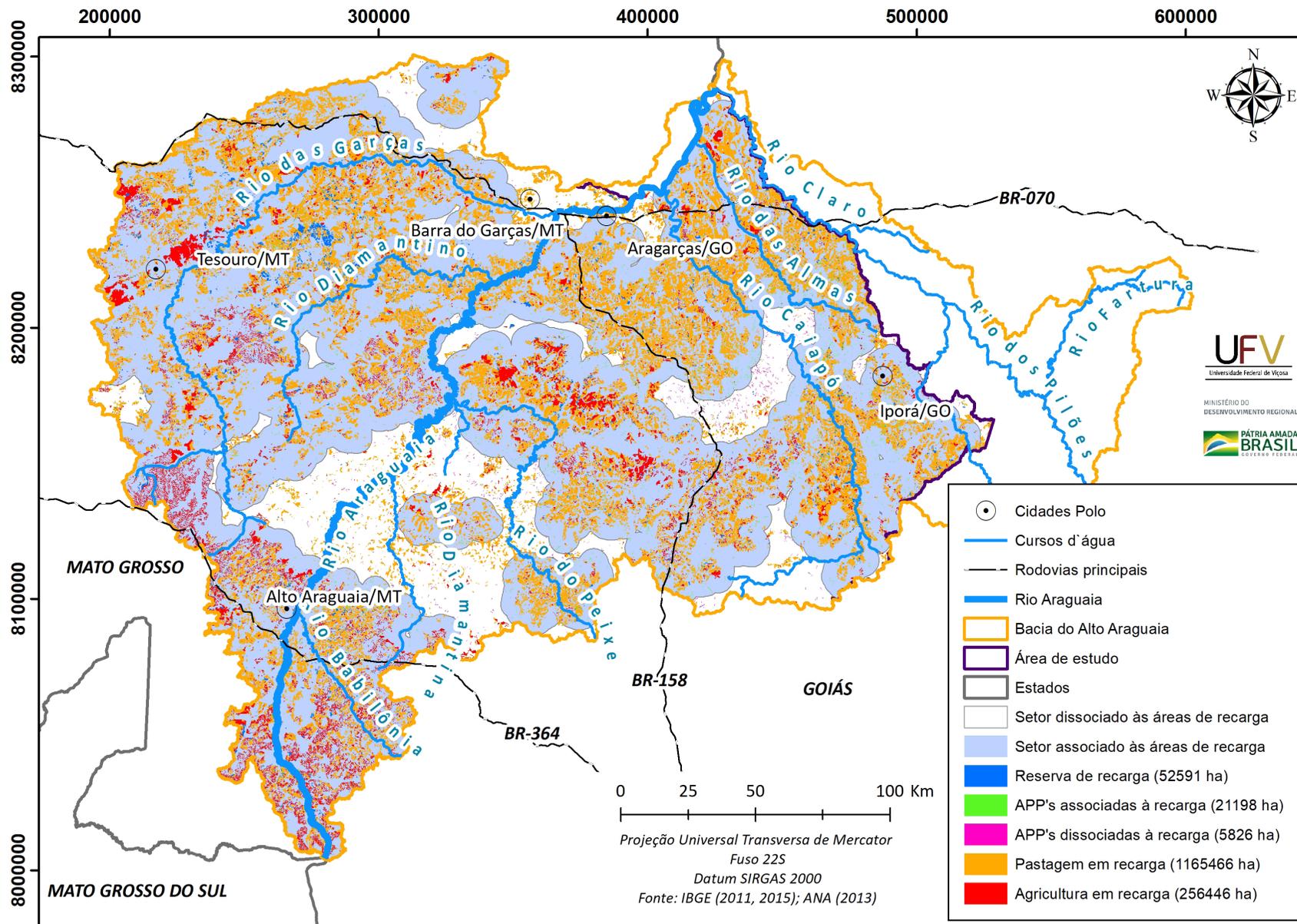
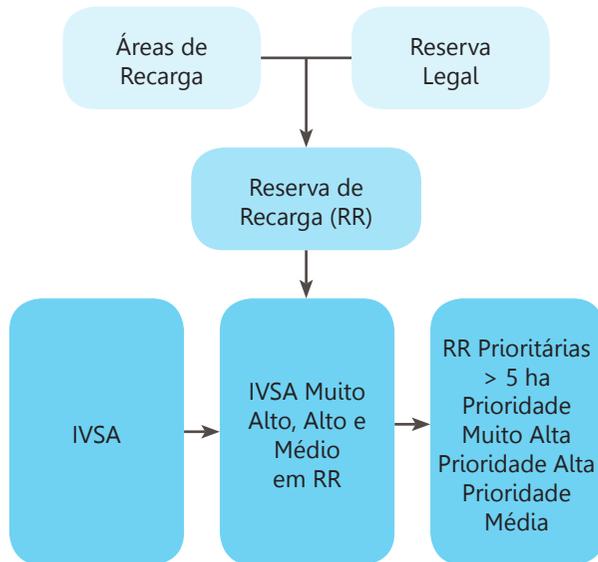


Figura 2 Mapa do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da bacia hidrográfica do Alto Araguaia.  
Fonte: UFV, 2020.



Juntos pelo Araguaia

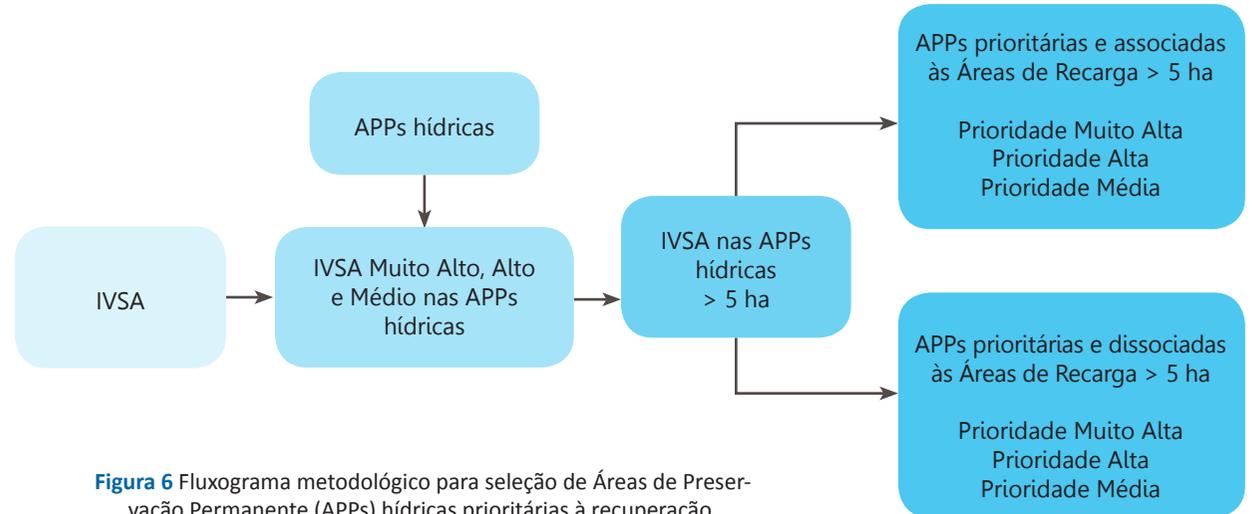




**Figura 5** Fluxograma metodológico para seleção de reservas de recarga prioritárias à recuperação. Fonte: UFV, 2020.

### 1.5.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES HÍDRICAS (APPs)

As Áreas de Preservação Permanente hídricas (APPs) são potenciais à recuperação no âmbito deste Programa em razão da sua proteção prevista em lei federal (12.651/2012) e devido às suas funções ec hidrológicas, como a regulação do microclima, provisão de materiais alóctones aos ambientes aquáticos, estabilização físico-química dos recursos hídricos, conservação dos canais e equilíbrio do fluxo superficial e subsuperficial da água (TAMBOSI et al., 2015).



**Figura 6** Fluxograma metodológico para seleção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas prioritárias à recuperação. Fonte: UFV, 2020.

Da mesma forma que para a seleção das Reservas de Recarga, as APPs prioritárias à intervenção foram selecionadas quando o IVSA foi classificado em Muito Alto, Alto e Médio. No entanto, além das áreas localizadas em Área de Recarga, foram consideradas também APPs nas demais áreas da bacia, denominadas de APPs dissociadas às áreas de recarga (Figura 6).

As APPs prioritárias, associadas ou não às Áreas de Recarga, totalizaram 27.024 ha, distribuídas em 22.714 ha em Goiás e 4.310 ha em Mato Grosso. As APPs associadas à recarga correspondem a 77,0% do total no Estado

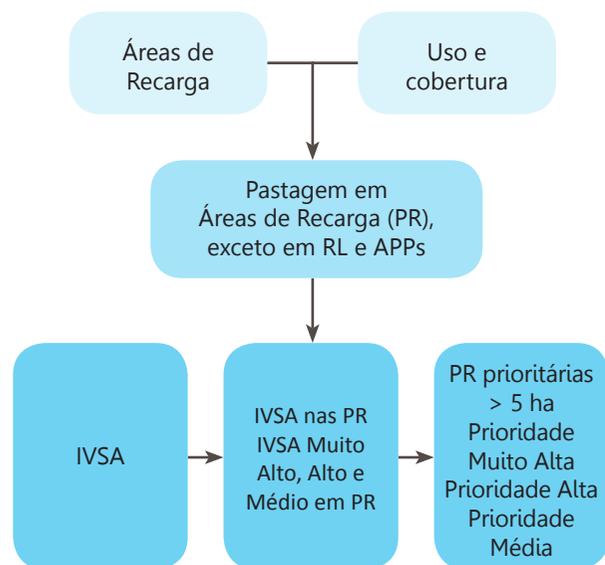
de Goiás e a 85,7% do total de APPs prioritárias em Mato Grosso. Considerando a escala de prioridade para o Estado de Goiás, 19.356 ha estão em áreas de Muito Alta prioridade, 3.341 ha em Alta e 16 ha em Média prioridade. Para Mato Grosso, 4.126 ha do total estão em áreas de Muito Alta, 183 ha em Alta e 0 (zero) ha em Média prioridade.

### 1.5.3. PASTAGEM EM ÁREAS DE RECARGA

Os solos cobertos por pastagens localizados em Áreas de Recarga são importantes para as ações de recuperação na bacia do Alto Araguaia, principalmente, em função das práticas

de manejo extensivas e com baixo nível de insumos, contribuindo para redução da capacidade de suporte dessas áreas. Para priorizar as áreas cobertas por pastagem foram selecionadas aquelas com IVSA Muito Alto, Alto e Médio e, para evitar sobreposição com os demais tipos já apresentados, foram excluídas as pastagens encontradas em áreas de RL e APPs (Figura 7).

A área total de pastagens prioritárias em Áreas de Recarga foi de 1.165.466 ha, sendo 705.625 ha em Goiás e 459.840 ha em Mato Grosso.



**Figura 7** Fluxograma metodológico para seleção de APPs hídricas prioritárias à recuperação. Fonte: UFV, 2020.

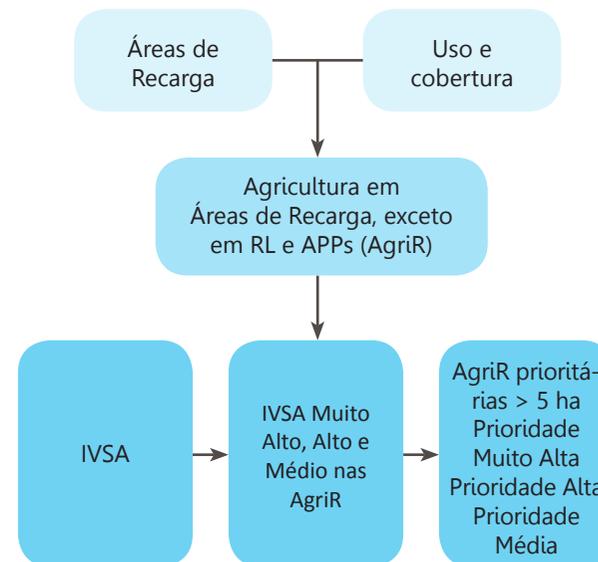
Para o Estado de Goiás, 311.287 ha estão em áreas de Muito Alta prioridade, 371.964 ha em Alta e 22.374 ha em Média prioridade. Para Mato Grosso, 348.936 ha do total estão em áreas de Muito Alta, 108.222 ha em Alta e 2.683 ha em Média prioridade.

#### 1.5.4. AGRICULTURA EM ÁREAS DE RECARGA

A seleção de áreas com uso agrícola como prioritárias para recuperação tem a finalidade de identificar áreas para adoção de práticas conservacionistas do solo e da água, uma vez que são áreas com elevado potencial de efeito na conservação dos recursos hídricos da bacia.

Para priorizar as áreas com uso agrícola e evitar sobreposição com os demais tipos já apresentados, foram excluídas as áreas com cultivo agrícola encontradas em RL e APPs. As áreas resultantes dessa etapa foram utilizadas como máscara para extrair as classes de IVSA Muito Alto, Alto e Médio (Figura 8).

O total de área prioritária de Agricultura em recarga foi 256.446 ha, sendo 123.998 ha em Goiás e 132.448 ha em Mato Grosso. Para o estado de Goiás, 1.278 ha estão em áreas de Muito Alta prioridade, 78.335 ha em Alta e 44.385 ha em Média prioridade. Para Mato

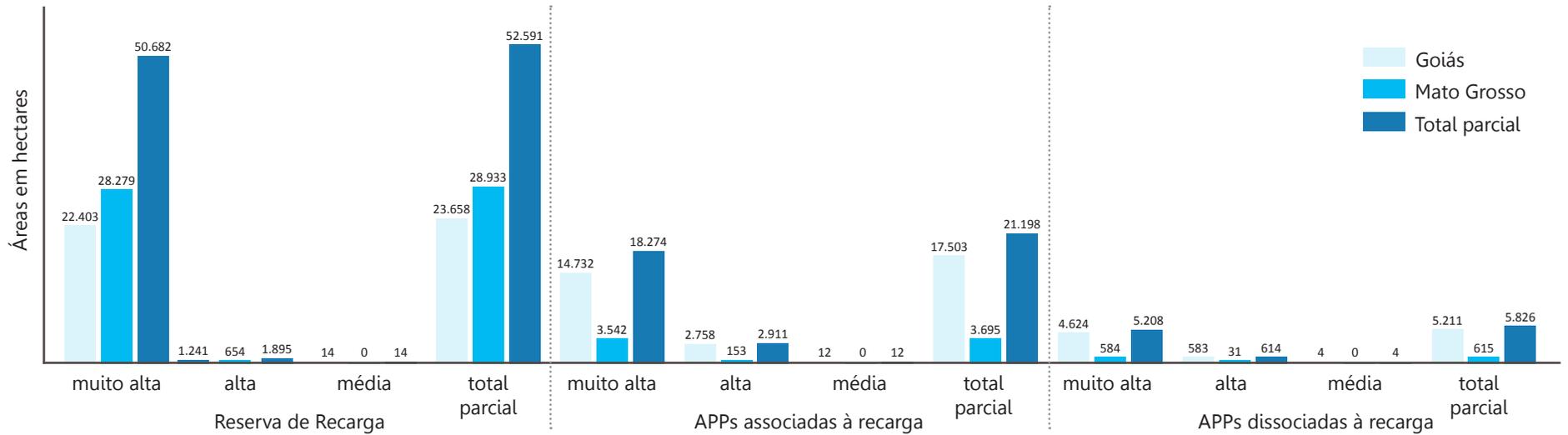


**Figura 8** Fluxograma metodológico para a seleção de áreas agrícolas em zonas de recarga prioritárias à recuperação. Fonte: UFV, 2020

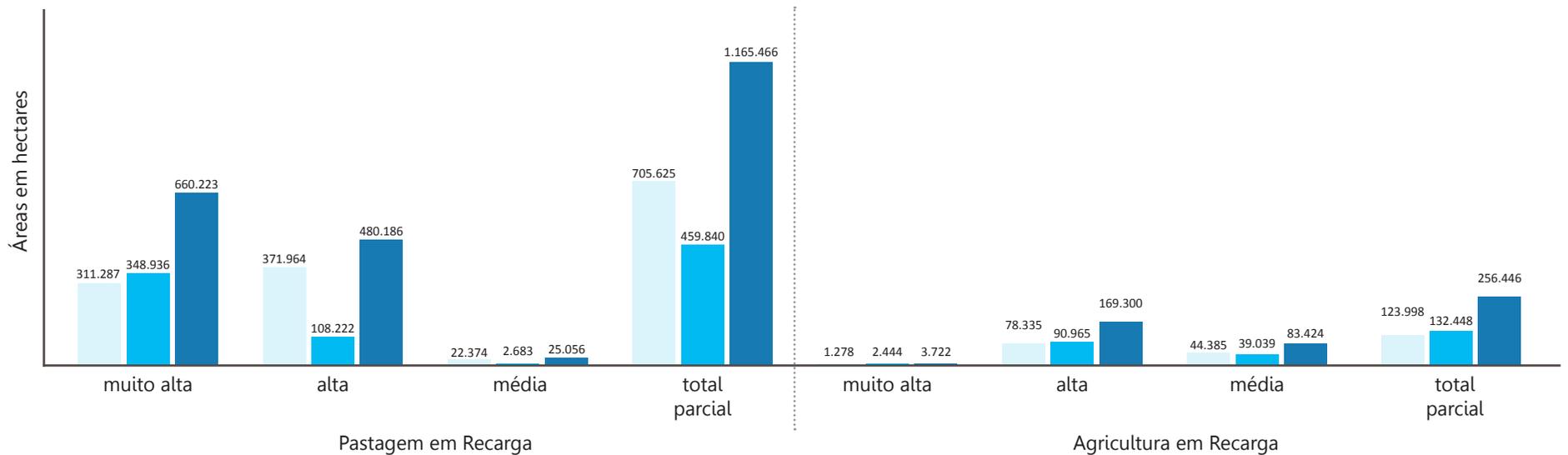
Grosso, 2.444 ha do total estão em áreas de Muito Alta, 90.965 ha em Alta e 39.039 ha em Média prioridade.

### 1.6. RESUMO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO ALTO ARAGUAIA

A soma de áreas prioritárias para a recuperação ambiental na bacia do Alto Araguaia, selecionadas pela metodologia, totalizou 1.501.526 ha, 875.995 em Goiás e 625.531 ha em Mato Grosso. Ao considerar a demanda



**Figura 9** Total de áreas prioritárias de Reserva de Recarga e Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas selecionadas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Alto Araguaia, por estado e escala de prioridade. Fonte: UFV, 2020.



**Figura 10** Total de áreas prioritárias de Pastagem e Agricultura em Recarga selecionadas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Alto Araguaia, por estado e escala de prioridade. Fonte: UFV, 2020.

proposta pelo Programa Juntos Pelo Araguaia, de 5.000 ha por estado, esses valores excedem em 175 vezes para Goiás e em 125 vezes para Mato Grosso. A proposta da metodologia foi apresentar área maior do que a demandada pelo Programa, proporcionando opções de escolhas dentre as áreas prioritárias pelos executores, que poderão considerar aspectos

logísticos, conectividade de fragmentos, entre outras variáveis práticas. O total de áreas prioritárias por estado e por escala de prioridade é apresentado para os grupos de áreas prioritárias de Reservas de Recarga, APPs Associadas ou não à Recarga, na Figura 9, e de Pastagem e Agricultura em Recarga, na Figura 10.

O detalhamento do total de áreas prioritárias selecionadas para a restauração e intervenção na bacia do Alto Araguaia, segundo a metodologia proposta, é apresentado por grupo e escala de prioridade para cada município (Tabela 1 e 2), sub-bacia (Tabela 3) e Unidades de Conservação (Tabela 4), consideradas possíveis unidades de manejo e gerenciamento das ações do Programa.

**Tabela 1** Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades para cada município na área de abrangência do estudo na bacia do Alto Araguaia, no estado de Goiás.

Município	Reserva recarga			APPs Associadas à Recarga			APPs Dissociadas à Recarga			Pastagem em Recarga			Agricultura em Recarga			Total
	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	
AMORINÓPOLIS	396	52	2	459	316	3	0	0	0	3.553	9.386	1.149	20	463	386	16.185
ARAGARÇA	202	6	0	62	1	0	83	1	0	11.620	4.472	94	11	920	865	18.336
ARENÓPOLIS	442	34	0	855	238	0	1.000	128	0	7.120	11.206	697	3	663	329	22.714
BALIZA	2.024	8	0	568	13	0	44	2	0	27.001	13.863	551	46	5.712	6.600	56.431
BOM JARDIM DE GOIÁS	1.959	37	0	1.142	90	0	74	3	0	30.622	30.280	771	19	2.230	1.374	68.600
CAIAPÔNIA	4.975	151	0	2.777	376	3	371	41	3	71.923	59.203	3.651	286	19.604	10.246	173.609
DIORAMA	171	7	0	606	148	0	420	48	0	1.703	12.924	1.188	10	241	343	17.808
DOVERLÂNDIA	876	26	0	1.085	153	1	1.057	109	0	13.849	26.605	1.492	28	6.984	2.206	54.472
IPORÁ	713	54	0	1.499	192	1	249	65	0	9.352	9.491	285	39	1.273	105	23.319
IVOLÂNDIA	1.128	82	0	520	144	1	44	4	0	15.919	16.496	1.308	77	1.701	508	37.934
MINEIROS	2.711	333	11	752	103	1	501	46	0	16.183	33.721	4.078	250	19.541	10.437	88.666
MONTES CLAROS DE GOIÁS	2.534	232	0	1.452	424	2	11	0	0	32.814	81.279	3.366	209	5.567	4.591	132.483
PALESTINA DE GOIÁS	1.248	67	0	1.059	319	1	26	3	0	17.645	20.974	1.438	81	3.447	1.950	48.259
PIRANHAS	1.333	17	0	1.195	128	0	676	116	0	39.663	21.918	1.719	52	2.808	2.515	72.140
PORTELÂNDIA	140	9	0	89	8	0	8	0	0	270	730	168	35	1.088	1.899	4.445
SANTA RITA DO ARAGUAIA	1.552	125	0	613	104	0	59	17	0	12.051	19.416	419	112	6.096	30	40.595
<b>TOTAL</b>	<b>22.403</b>	<b>1.241</b>	<b>14</b>	<b>14.732</b>	<b>2.758</b>	<b>12</b>	<b>4.624</b>	<b>583</b>	<b>4</b>	<b>311.287</b>	<b>371.964</b>	<b>22.374</b>	<b>1.278</b>	<b>78.336</b>	<b>44.385</b>	<b>875.996</b>

**Tabela 2** Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades para cada município na área de abrangência do estudo na bacia do Alto Araguaia, no estado de Mato Grosso.

Município	Reserva recarga			APPs Associadas à Recarga			APPs Dissociadas à Recarga			Pastagem em Recarga			Agricultura em Recarga			Total
	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	
ALTO ARAGUAIA	2.055	162	0	82	5	0	50	2	0	22.634	12.781	317	455	15.028	2.104	55.674
ALTO GARÇAS	1.505	8	0	285	2	0	12	0	0	8.611	2.426	56	594	17.154	5.005	35.656
ALTO TAQUARI	970	84	0	5	0	0	0	0	0	6.587	4.740	552	395	7.574	6.580	27.488
ARAGUAINHA	129	1	0	55	4	0	94	13	0	2.331	2.912	13	5	603	2	6.161
BARRA DO GARÇAS	1.077	17	0	278	6	0	82	4	0	22.279	9.872	248	49	1.159	950	36.024
GENERAL CARNEIRO	718	10	0	217	3	0	52	2	0	26.904	3.918	50	8	1.168	775	33.824
GUIRATINGA	5.782	58	0	402	2	0	73	0	0	54.270	12.092	266	569	17.560	3.739	94.815
PONTAL DO ARAGUAIA	4.997	100	0	364	11	0	21	0	0	67.286	14.984	125	40	3.890	2.973	94.790
PONTE BRANCA	89	0	0	63	1	0	182	6	0	3.777	3.270	152	7	247	81	7.876
RIBEIRÃOZINHO	104	5	0	250	32	0	0	0	0	6.560	1.717	112	7	2.448	1.179	12.413
TESOURO	9.366	172	0	870	15	0	0	0	0	86.774	17.982	351	209	16.828	15.048	147.615
TORIXORÉU	1.486	39	0	670	71	0	19	3	0	40.923	21.528	441	107	7.306	603	73.197
<b>TOTAL</b>	<b>28.279</b>	<b>654</b>	<b>0</b>	<b>3.542</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>584</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>348.936</b>	<b>108.222</b>	<b>2.683</b>	<b>2.444</b>	<b>90.965</b>	<b>39.039</b>	<b>625.531</b>

**Tabela 3** Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo de uso da terra e escala de prioridades nas principais sub bacias na área de abrangência do estudo da bacia do Alto Araguaia.

Sub-bacia	Reserva recarga			APPs Associadas à Recarga			APPs Dissociadas à Recarga			Pastagem em Recarga			Agricultura em Recarga			Total
	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	
Bacia do rio Araguaia	8.620	579	4	2.446	248	0	778	90	0	124.668	78.939	2.898	1.209	49.914	20.237	290.629
Bacia do rio Babilônia	2.065	185	7	315	32	1	0	0	0	11.124	31.565	3.453	106	11.759	5.231	65.843
Bacia do rio Caiapó	8.882	422	2	7.361	1.373	7	2.468	359	3	137.310	140.431	9.175	325	22.652	12.170	342.940
Bacia do rio Claro	2.024	195	0	1.570	578	3	60	6	0	29.925	51.836	3.335	246	3.877	1.407	95.063
Bacia do rio das Almas	1.159	80	0	1.008	283	1	227	36	0	12.798	41.161	1.797	33	2.780	1.954	63.316
Bacia do rio das Garças	16.259	244	0	2.007	32	0	235	6	0	215.353	46.302	825	1.104	48.275	26.524	357.168
Bacia do rio Diamantina	387	16	0	561	89	0	560	35	0	5.103	14.360	835	85	3.702	3.532	29.266
Bacia do rio Diamantino	7.802	119	0	793	30	0	10	0	0	65.301	25.840	448	408	11.141	2.257	114.148
Bacia do rio do Peixe	3.484	55	0	2.213	246	1	871	81	0	58.641	49.751	2.291	206	15.201	10.114	143.155
<b>TOTAL</b>	<b>50.682</b>	<b>1.895</b>	<b>14</b>	<b>18.274</b>	<b>2.911</b>	<b>13</b>	<b>5.208</b>	<b>614</b>	<b>4</b>	<b>660.223</b>	<b>480.186</b>	<b>25.056</b>	<b>3.722</b>	<b>169.300</b>	<b>83.424</b>	<b>1.501.527</b>

**Tabela 4** Total de áreas prioritárias, em hectare, por grupo e escala de prioridades em Unidades de Conservação na área de abrangência do estudo na Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia

Unidade de Conservação	Município, UF	Reserva recarga			APPs Associadas à Recarga			APPs Dissociadas à Recarga			Pastagem em Recarga			Agricultura em Recarga			Total
		Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	Muito Alto	Alto	Médio	
APA Cachoeira da Fumaça	Tesouro, MT	27	0	0	0	0	0	0	0	0	139	38	0	0	0	0	204
APA Córrego do Mato	Ponte Branca, MT	7	0	0	0	0	0	9	0	0	422	386	2	0	0	0	826
APA Córrego Gordura e Córrego Boiadeiro	Alto Araguaia, MT	26	13	0	1	0	0	0	0	0	1.966	580	10	21	100	1	2.718
APA do Encantando	Baliza, GO	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	0	0	6
APA do Parque Serra Azul	Barra do Garças, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	226	7	0	6	0	356
APA Nascente do Rio Araguaia	Alto Taquari, MT	541	43	0	1	0	0	0	0	0	3.492	3.312	448	72	2.580	3.790	14.279
APA Ribeirão Claro, Água Emendada, Paraíso e Rio Araguainha	Alto Araguaia, MT	1.014	11	0	55	5	0	20	0	0	8.801	7.501	197	220	10.218	834	28.875
APA Ribeirão da Aldeia e Rio das Garças	Guiratinga, MT	158	0	0	31	1	0	0	0	0	5.802	1.073	5	15	765	14	7.864
APA Ribeirão do Sapo	Alto Taquari, MT	363	41	0	0	0	0	0	0	0	945	463	36	53	744	619	3.262
APA Ribeirão do Sapo e Rio Araguaia	Alto Araguaia, MT	273	32	0	0	0	0	0	0	0	2.691	1.027	64	305	3.756	2.306	10.455
APA Ribeirãozinho e Alcantilado do Rio Araguaia	Ribeirãozinho, MT	11	1	0	10	0	0	0	0	0	278	92	26	0	183	390	991
APA Rio Araguaia, Córrego Rico, Couto Magalhães e Rio Araguainha	Alto Araguaia, MT	287	2	0	39	1	0	21	2	0	2.045	2.263	7	19	2.625	0	7.311
APA Rio Bandeira, Rio das Garças e Rio Taboca	Guiratinga, MT	356	6	0	48	0	0	7	0	0	4.964	1.075	56	36	1.027	110	7.684
APA Tadarimana	Guiratinga, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	14	0	19
Monumento Natural Confusão	Tesouro, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11	0	2	5	1	38
Parque Estadual Serra Azul	Barra do Garças, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	23	0	0	15	0	92
Parque Nacional das Emas	Mineiros, GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parque Natural Celebra	Tesouro, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parque Natural Córrego Boiadeiro	Alto Araguaia, MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva Particular do Patrimônio Natural Nascentes do rio Araguaia	Mineiros, GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		<b>3.064</b>	<b>148</b>	<b>0</b>	<b>184</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>31.737</b>	<b>18.071</b>	<b>863</b>	<b>743</b>	<b>22.039</b>	<b>8.065</b>	<b>84.980</b>



## 2. OBJETIVO GERAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA

Promover a recuperação de áreas degradadas e o reflorestamento no bioma Cerrado, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, em Goiás e Mato Grosso, visando ao aumento da produção e à disponibilidade de água com qualidade para apoio e fortalecimento dos serviços ecossistêmicos, garantia de segurança hídrica para o abastecimento humano e apoio à indústria do agronegócio, em consonância com as premissas do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Recuperação Ambiental (PRA), bem como com o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, o Desafio de Bonn e na Iniciativa 20x20, com a meta de restaurar 20 milhões de hectares de áreas degradadas na América Latina e no Caribe até 2020.



### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROGRAMA

- Sensibilizar, mobilizar e engajar proprietários e produtores rurais para ações de restauração florestal em áreas de preservação permanente e áreas de recarga hídrica, viabilizando a adequação ao CAR-PRA, promovendo o aumento da produção de água em qualidade e quantidade para a indústria do agronegócio, com a recuperação de áreas degradadas e promoção da segurança hídrica na bacia do Alto Rio Araguaia;
- Elaborar e implantar projetos de recomposição da vegetação nativa e conservação de solo e água em propriedades rurais na bacia do Alto Rio Araguaia, em Goiás e Mato Grosso, visando ao apoio e ao fortalecimento dos serviços ecossistêmicos, à minimização dos efeitos das mudanças climáticas e ao desenvolvimento sustentável, com foco em soluções baseadas na natureza;
- Restaurar mananciais que contribuem para o abastecimento público, visando ao aumento da disponibilidade hídrica, por meio da restauração florestal através da condução da regeneração, adensamento e enriquecimento, apoiando a minimização dos efeitos das mudanças climáticas; e
- Executar o monitoramento e a manutenção de áreas restauradas no sentido de configurar a efetividade das intervenções ambientais realizadas no território da bacia do Alto Rio Araguaia.



## 4. RESUMOS DAS METODOLOGIAS

**P**ara melhor atender a demanda de implementação do Programa Juntos pelo Araguaia e sua provável replicação para outras bacias hidrográficas brasileiras, foram elaboradas metodologias que apoiam e orientam como as ações deverão ser realizadas nos territórios selecionados. Este programa executivo tem como anexo o resumo das 17 metodologias elaboradas por professores e especialistas da UFV – Universidade Federal de Viçosa, UFG – Universidade Federal de Goiás, UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso dentre outras.

Este projeto executivo contempla as seguintes metodologias: Sistema de informações geográficas, monitoramento hidrometeorológico, mapeamento do uso do solo e métricas da paisagem a partir de dados satelitários e plataformas aéreas não tripuladas voltadas a restauração florestal, comunicação e mobilização

social, implantação de unidades de produção, implementação das ações de recomposição da vegetação nativa, hidrogeologia, geomorfologia, geomorfologia fluvial, geologia, focos de calor ativos, erosão, definição de ecossistema de referência, conservação do solo e da água, identificação das classes de cobertura da terra das áreas prioritárias, pedologia e monitoramento de carga de sedimentos.

### 4.1. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O Sistema de Informações Geográficas deverá possuir um extenso conjunto de funcionalidades, de tal forma que consiga atingir toda a amplitude de ações do Programa, além das funcionalidades comuns dos sistemas de informações geográficas, tais como aquisição, conversão, armazenamento, gerenciamento, documentação, manipulação, consultas, visualização, processamento e exibição de dados e

informações geográficas, em estruturas vetorial e matricial. Essas funcionalidades deverão ser materializadas computacionalmente, por meio da elaboração de codificação computacional para a construção e/ou integração de programas computacionais específicos. O Sistema de deverá conter funcionalidade para análises da paisagem. Os dados cadastrais das ações de restauração ambiental serão armazenados no banco de dados geográficos do SIG-Araguaia e estarão disponíveis na aplicação web. Ainda dentro das funcionalidades de monitoramento ambiental, o SIG-Araguaia deverá ter ferramentas para o mapeamento de alterações da cobertura e do uso do solo nas proximidades e nas sub-bacias hidrográficas onde será realizado o Programa Juntos pelo Araguaia. O mapeamento de alterações da cobertura e do uso do solo em toda a área de atuação do Programa Juntos pelo Araguaia será realizado por meio do processamento,

em tecnologia de nuvem, de imagens satelitárias, com resolução temporal específica.

A última funcionalidade do SIG-Araguaia é a de modelagem de água e solo na área de atuação do Programa Juntos pelo Araguaia.

**O QUE FAZER:** implantar um Sistema de Informações Geográficas que tenha utilização multi-institucional, com tecnologia acessível e contemple múltiplas plataformas tecnológicas, como as seguintes características para o SIG-Araguaia: (1) Sistema de Informações Geográficas que atue na escala geográfica do Programa Juntos pelo Araguaia e suporte múltiplas escalas cartográficas, (2) Sistema de Informações Geográficas que atue em múltiplas plataformas computacionais, (3) Sistema de Informações Geográficas que permita a integração, para compartilhamento de dados e informações, com outros Sistemas de Informações Geográficas que atuem em múltiplas escalas geográficas e cartográficas, (4) Sistema de Informações Geográficas que permita a integração e o desenvolvimento de aplicativos de análises temáticas, (5) Sistema de Informações Geográficas com base nos padrões e tecnologias do Open Geospatial Consortium, (6) Banco de dados geográficos único, que suporte múltiplas estruturas de dados e múltiplas escalas cartográficas,

com possibilidade de ampliação de escala geográfica, (7) Sistema de Informações Geográficas que permita a atualização do banco de dados geográficos e de seus respectivos metadados, executada diretamente pela fonte, (8) Sistema de Informações Geográficas que atenda os quesitos de segurança e integridade de dados e usuários, (9) Sistema de Informações Geográficas que permita a implementação por etapas e fases, (10) Sistema de Informações Geográficas de tecnologia aberta que permita a inclusão de novos dados, informações, aplicativos e funcionalidades a qualquer tempo e (11) Sistema de Informações Geográficas que atenda os diversos níveis de usuários.

**COMO FAZER:** os aplicativos do SIG-Araguaia deverão ser desenvolvidos, documentados e testados por uma equipe especializada em desenvolvimento de aplicativos para Sistema de Informações Geográficas, assim como a organização da base de dados e manutenção do sistema, e deverão conter, no mínimo, as especificações e funcionalidade contidas no respectivo manual. Atualmente, há vários outros Sistemas de Informações Geográficas e bancos de dados geográficos que abrangem a área geográfica do Programa Juntos pelo Araguaia. Dessa forma, é importante que o SIG-Araguaia tenha a capacidade de compartilhar dados e informações com

esses outros sistemas. O mecanismo de integração do SIG-Araguaia deve estar em consonância com a proposta nacional de Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Para ocorrer a gestão e produção de dados e informações geograficamente pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente de Goiás e Mato Grosso, será necessário que ocorra a transferência de conhecimentos científicos e tecnológicos acerca dos conceitos e operação do SIG-Araguaia.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Equipamentos adquiridos e devidamente instalados nas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente de Goiás e Mato Grosso.
- Aplicativos desenvolvidos, testados, instalados e em funcionamento, para os vários níveis de usuários.
- Banco de dados geográficos, devidamente configurado, com dados geográficos armazenados, contendo protocolos para interoperabilidade.
- Pessoal técnico envolvido no Programa Juntos pelo Araguaia, capacitado em curso de Geoprocessamento Aplicado a Recuperação de Áreas Degradadas, na modalidade de especialização.
- Sistema de Informações Geográficas SIG-Araguaia em pleno funcionamento, nos estados de Goiás e Mato Grosso.

## 4.2. MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

Contribuir para a identificação e quantificação da dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera dentro da microbacia hidrográfica do Alto Araguaia, tendo com objetivos: (1) instalar e manter equipamentos hidrometeorológicos na microbacia do Alto Araguaia a fim de montar um banco de dados robusto, com o máximo de acurácia e precisão; (2) calcular balanços hídricos meteorológicos para as estimativas das entradas e saídas de água da bacia hidrográfica; (3) determinar as variações de vazão dos cursos de água principais dentro da bacia hidrográfica; (4) monitorar os níveis do lençol freático nas áreas de intervenção ambiental; e (5) verificar se as intervenções ambientais influenciam na vazão das nascentes.

**O QUE FAZER:** Serão utilizadas estações meteorológicas automáticas completas, contendo medidas de precipitação pluviométrica, de velocidade e direção do vento, de temperatura e umidade relativa do ar e de radiação solar global. Essas medidas serão armazenadas em um sistema de *datalogger*. Cada estação meteorológica será instalada em área plana, nivelada, gramada (grama curta: 10,0 cm) e cercada (tela vazada: 1,0 m de altura). Esta área deverá ter no mínimo 70 m<sup>2</sup> (em local com pouca ou ne-

nhuma interferência, caso contrário, mínimo 25 x 25 m), e ficar a uma distância mínima de 200 m de construções, superfícies reflectivas, fontes artificiais de calor, áreas com grande extensão de água, estradas e grupo de árvores de grande porte. O monitoramento da vazão das nascentes será realizado utilizando-se vertedores específicos. Para o monitoramento da variação do nível do lençol freático das nascentes, serão instalados poços de observação dispostos simetricamente ao longo de um transecto. A coleta de dados do pluviômetro e de níveis de água no interior dos poços de observação e no vertedor será realizada de forma automática, usando-se uma plataforma de coleta de dados que será instalada próximo ao poço de observação locado no centro do transecto. O sensor barométrico deve possuir faixa de medição entre 600 a 1100 hPa, operando numa faixa de temperatura entre -10 a 55°C. A resolução do sensor deve ser de  $\pm 0,2$  hPa, e a incerteza, quando o sensor estiver operando entre as faixas de temperatura entre 0 e 40°C, de  $\pm 1$  hPa e, entre -10 e 50°C, de  $\pm 2$  hPa. A estabilidade de longo termo do sensor deve ser  $\pm 0,5$  hPa/ano. Para construção da curva chave, os dados de vazão e nível do curso d'água serão medidos no local definido para a seção de controle dos rios. Esses dados serão coletados durante um período de dois anos,

de forma a contemplar vazões e níveis acima e abaixo da média do respectivo curso d'água a cada 15 dias. Será instalada uma plataforma de coleta de dados para medição de precipitação e nível d'água do rio. A instalação da plataforma de coleta de dados será de acordo com as especificações apresentadas no manual específico. A metodologia utilizada para estimar a concentração de sedimentos em suspensão presentes na água dos rios será baseada na amostragem acústica obtida por perfilador acústico Doppler. As medições acústicas serão realizadas em cinco verticais ao longo das seções transversais dos rios.

**COMO FAZER:** com o objetivo de determinar o balanço hídrico na sub-bacia hidrológica do Rio Araguaia, serão obtidos os dados de chuva e de evapotranspiração. Serão instaladas estações meteorológicas automáticas completas que atendam toda a área da microbacia. Para o monitoramento de chuva, será instalado um total de 81 pluviômetros. Para qualidade da água, serão realizadas avaliações na seção de controle dos rios, em quatro épocas diferentes do ano, sendo duas no período seco e duas no período chuvoso. No período chuvoso, a amostragem será realizada sempre após a ocorrência de chuvas com total e intensidade de precipitação aproximados, enquanto na es-

tação seca será considerado o período de menor vazão do curso d'água. Durante os anos de execução do Programa, serão necessários 7 funcionários, para os dois primeiros anos, e 3 funcionários, para os outros 8 anos.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Monitoramento hidrometeorológico, por meio dos postos de observação;
- Minimização da erosão do solo e do aumento da infiltração da água no solo
- Promoção da recuperação de nascentes;
- Otimização do uso racional da água, principalmente, pelo manejo correto da irrigação.

### 4.3. MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E MÉTRICAS DA PAISAGEM A PARTIR DE DADOS SATELITÁRIOS E PLATAFORMAS AÉREAS NÃO TRIPULADAS, VOLTADAS À RESTAURAÇÃO FLORESTAL

O Projeto Executivo prevê o refinamento/atualização do mapa de uso do solo para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos estados de Goiás e Mato Grosso, com escala cartográfica de detalhe (1 : 5.000, ou maior), especialmente na definição do ecossistema de referência e hidrografia, orientando as equipes empenhadas na recomposição da vegeta-

ção nativa e recuperação ambiental; e define protocolos para o monitoramento temporal do índice de vegetação, ao longo dos 5 anos, para as áreas com intervenção (restauração). Com base nos mosaicos aerofotogramétricos (imagens aéreas georreferenciadas) e nos modelos digitais de superfície/terreno (produtos derivados desse levantamento), o Projeto Executivo deve garantir a localização precisa das áreas selecionadas para a restauração do ecossistema, com a demarcação de vértices e cálculo de área, além da caracterização topográfica do terreno (ex. declividade, curvas de nível, fluxo de água no terreno). De posse desse conjunto de dados e informações (obtidas por satélites e *drones*), técnicas de processamento digital deverão ser aplicadas, com vistas à geração de métricas florestais ao longo do mencionado período.

**O QUE FAZER:** seleção e aquisição de imagens de satélite de alta resolução espacial; mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal; aerolevanteamento com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT); modelagem altimétrica com dados do VANT. Com base nos levantamentos com plataformas aéreas, solicita-se a geração e análise do respectivo Modelo Digital de Superfície (MDS); geração de métricas florestais com dados do VANT; planos de Recupe-

ração de Áreas Degradadas; monitoramento do índice de vegetação (NDVI); validação dos resultados.

**COMO FAZER:** atualizar e refinar o mapa de uso do solo para toda a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia; mapear o uso do solo para a área de interesse do Programa, etapa subsequente à aquisição das cenas de satélites; realizar validação de campo; realizar monitoramento do índice de vegetação para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia; elaborar protocolos para geração de indicadores ambientais ou métricas florestais; analisar e acompanhar parâmetros com validação com base em inventários florestais a serem realizados em parcelas amostrais; realizar levantamento de imagens; adquirir plataformas aéreas, promovendo, assim, com maior agilidade, o monitoramento das áreas em restauração; adquirir sensor imageador multiespectral e sensor a *laser* de precisão (outro instrumento sensor indicado ao projeto é o LiDAR (Light Detection and Ranging), com reconhecidas vantagens frente aos sensores ópticos. Seu uso no projeto é indicado para fases intermediárias e finais, quando as áreas em recomposição vegetal e recuperação ambiental estiverem com uma copa de árvores em formação ou com o dossel fechado, considerando-se também a presença

de sub-bosque), adquirir computadores, periféricos, dispositivos móveis, *softwares* de processamento e tratamento de imagens, *software* para mapeamento e análises espaciais.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Mapeamento do uso do solo;
- Monitoramento temporal do índice de vegetação (NDVI);
- Mosaicos aerofotogramétricos das áreas selecionadas;
- Modelos digitais de superfície, terreno e elevação;
- Conjunto de métricas florestais;
- Banco de dados geográficos com mapas digitais e imagens.

## 4.4. COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

É importante definir de estratégias para projetos de sensibilização e mobilização social. Isto hoje é encarado como um obstáculo a ser trabalhado e superado porque os movimentos sociais carecem de fortalecimento na busca das resoluções dos conflitos e dilemas postos para o momento presente de forma a estabelecer uma corresponsabilidade nas soluções dos problemas dentro das comunidades e, simultaneamente, na construção de processos participativos. Este manual propõe descrever

a forma de conscientizar a população das regiões beneficiadas com o projeto por meio de linhas de sensibilização, atuação e processos de engajamento social que possibilitem e favoreçam as necessárias intervenções nas propriedades rurais e suas manutenções ao longo do tempo. As referências teóricas de metodologia abrangem autores que tratam as comunidades rurais e os processos de comunicação e educação ambiental como ferramentas de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais. Adicionalmente, a metodologia proposta considera os sistemas socioecológicos da bacia combinando-se fontes formais e informais de geração, a construção conjunta, difusão de informação e sua transformação em conhecimento, apoiando o capital humano na região do Alto Rio Araguaia. Isto se dará via mapeamento participativo das intervenções a serem feitas, identificando as partes interessadas, trabalhando com a comunidade, ampliando a resiliência das iniciativas nos territórios e divulgando os resultados nas etapas anteriores como forma de reforçar as ideias do projeto e de confirmar o compromisso firmado com a comunidade. Os aspectos a serem empregados são: localização espacial, informação, julgamento, ação, continuidade, coesão, corresponsabilidade e participação institucional. E, sustentado nos

conceitos de: Comunicação com a Comunidade, Mobilização direta, Mobilização institucional e educação ambiental, descritos em detalhe no Manual, prevê-se o engajamento satisfatório da comunidade em busca de soluções viáveis para dirimir o problema.

## 4.5. IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO

Para atingir o objetivo de recuperar 10.000 ha na bacia do Rio Araguaia, considerando que 70% trata-se de recomposição da vegetação nativa e 30% corresponde em ações de conservação do solo e água, contemplando-se os estados de Mato Grosso e Goiás, considerando uma média de 7.000 (sete mil) hectares de ações de recomposição da vegetação nativa, serão necessários implantar unidades de produção capazes de produzir cerca de 4.000.000 (quatro milhões) de mudas por ano, com aproximadamente 80 espécies diferentes, além da captação dos locais para ações de regeneração natural, controle de invasoras, adensamento, enriquecimento, nucleação, semeadura direta, plantio de mudas em sistema agroflorestal. No monitoramento da recomposição da vegetação, serão empregadas metodologias de mensuração contínua de determinados indicadores ambientais, por meio de avaliações ao longo do tempo, que servirão como base

para a verificação do funcionamento e da dinâmica da área restaurada com indicadores selecionados.

**O QUE FAZER:** elaborar materiais para a capacitação de recursos humanos; coleta de propágulos, beneficiamento e armazenamento – essa etapa deve ser contínua – escolher locais para implantação dos viveiros permanentes; adquirir insumos e construir os viveiros permanentes; realizar testes em sementes e produzir mudas; definir estratégia de restauração; preparar a área de plantio; realizar transporte de mudas e campanha de plantio/semearia; avaliar a recomposição da vegetação; e monitorar mudas em viveiro e no campo.

**COMO FAZER:** redigir manuais para cada etapa da capacitação e assunto a ser tratado, organizar espaços para as aulas, organizar cronograma de capacitação, organizar cronograma de campanhas de coleta conforme calendário de frutificação de espécies de Cerrado, produzir mudas.

Os indicadores de monitoramento selecionados deverão de avaliados de acordo com a fase do Programa, conforme segue: (i) fase de implantação: avaliação de solo-substrato; existência de cobertura vegetal mesmo

que seja herbácea; avaliação da cobertura da área por gramíneas exóticas agressivas; profundidade da cova (plantios) e avaliação dos indivíduos plantados e/ou dos regenerantes naturais; (ii) fase pós-implantação: avaliação dos indivíduos plantados; avaliação da regeneração natural e avaliação da cobertura de gramíneas; (iii) fase de vegetação restaurada: avaliação dos indivíduos plantados ou das áreas com condução da regeneração natural; aspectos fisionômicos da vegetação restaurada (estratificação); avaliação da chegada de outras formas de vida; avaliação da regeneração natural; avaliação da cobertura de gramíneas e avaliação da fauna.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição estratégica das áreas de restauração considerando-se as fitofisionomias do bioma Cerrado;
- Capacitação de recursos humanos;
- Estruturação de dois viveiros com capacidade produtiva de 1,6 milhões de mudas, de 80 espécies, por ano, aplicadas na recuperação das áreas prioritárias do Programa;
- Intervenção em 7.000 ha, com plantio de mudas e/ou semeadura direta e/ou instalação de cerca por considerar a área com alta resiliência;
- Taxa de replantio de mudas abaixo de 15%;

- Cobertura de solo superior a 50% um ano após o plantio;
- Realização de monitoramento capaz de redefinir a trajetória ambiental das áreas do Programa em processo de restauração, em caso de declínio ou com evidências de baixo potencial de sustentabilidade futura.

#### 4.6. IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

A restauração deve buscar reconstruir as estruturas ecológicas que foram perdidas pela degradação ambiental, garantindo a sustentabilidade dos ecossistemas. Os modelos mais adequados de restauração devem incluir espécies estruturais, espécies-chaves e “nurse trees” que, em conjunto, constituirão o grupo de espécies que formam o alicerce e a estrutura do ecossistema e/ou desencadeiam processos ecológicos importantes para a autossustentabilidade. A restauração inclui tanto o manejo para acelerar os processos de sucessão como o manejo dos filtros ecológicos. É preciso avaliar alguns aspectos das áreas que deverão ser restauradas para determinar o conjunto de metodologias que deverão ser utilizadas, tais como o estado de conservação do solo, a existência e a abundância da regeneração natural, riqueza de espécies, a localização dessas áreas com re-

lação às florestas nativas remanescentes, entre outros aspectos. A regeneração natural consiste em todo e qualquer tipo de espécie vegetal nativa (ervas, arbustos, árvores) que surgiu naturalmente e está se desenvolvendo nas áreas de restauração florestal. Naturalmente que, nesse caso, o mais interessante é que a regeneração natural seja composta preferencialmente por espécies arbóreas, pois cada indivíduo com origem na regeneração natural é uma muda a menos a ser usada para o plantio de restauração. No entanto, outras formas de vida vegetal, tais como arbustos e ervas, desde que nativos, são muito importantes no processo de sombreamento do solo e exclusão de espécies exóticas indesejadas.

### PRINCIPAIS MEDIDAS DE RESTAURAÇÃO

- Retirada dos fatores que estão impedindo o desenvolvimento natural da vegetação das áreas em questão; e plantio de adensamento com o objetivo de acelerar o processo, tendo em vista o cronograma a ser cumprido com utilização das espécies nativas; proteger da invasão por espécies exóticas e criar a condição florestal em toda a área de recuperação.

**O QUE FAZER:** com plano de trabalho previamente estabelecido, os principais objetivos a

serem cumpridos serão caracterizar as fitofisionomias dos ecossistemas de referência com o objetivo de subsidiar os projetos de restauração ecológica das áreas prioritárias de recuperação ambiental e identificar as espécies vegetais estruturais e chaves a serem incorporadas nos modelos de restauração das comunidades vegetais; com o objetivo de caracterizar fitogeograficamente e quanto ao seu atual estado de conservação os fragmentos florestais da região abrangida pelo Programa, a fim de explicitar e quantificar o papel desses fragmentos na conservação das espécies na paisagem; realizar inventários florísticos nos fragmentos florestais naturais remanescentes da região, apresentando assim uma lista de espécies regionais que poderão ser utilizadas em algumas das ações de restauração ecológica; marcar matrizes de espécies arbustivas e arbóreas, que permitam a coleta de sementes com diversidade florística e genética.

**COMO FAZER:** elaborar modelos de replantio nas áreas prioritárias de recuperação ambiental e elaborar as listas de espécies; indicar o nome científico e o popular das espécies a serem utilizadas no replantio, bem como informações sobre o grupo funcional relacionado à sucessão, síndrome de dispersão e usos; con-

sultar estudos fitossociológicos realizados na região para a definição da densidade de cada espécie a ser replantada; capacitar equipes de parceiros e colaboradores para: identificar espécies vegetais, coletar sementes das espécies estruturais e chaves, produzir mudas e realizar plantios de acordo com os modelos estabelecidos; definir metas e indicadores para avaliar a evolução dos ecossistemas restaurados; e monitorar as trajetórias sucessionais e atributos de estrutura e biodiversidade dos ecossistemas restaurados.

### RESULTADO ESPERADO

- Restauração da vegetação nativa e de áreas anteriormente degradadas principalmente pela ação do homem.

### 4.7. HIDROGEOLOGIA

- Montar um banco de dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais etc.;
- Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas/hidrogeomorfológicas semelhantes.

**O QUE FAZER:** execução do mapeamento geológico / geotécnico / hidrogeológico de campo, a ser executado com base na aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e na incorporação dos dados de poligonais delimitadas;

- Devem-se utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios, etc.;
- Devem-se levantar dados quanto à natureza da litologia, quanto a textura e estrutura, formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características;
- Devem-se levantar ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas;
- Devem-se anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga / surgência de água e do nível do lençol freático.

**COMO FAZER:** realizar estudos preliminares de hidrogeologia com definição dos fatores condicionantes geológicos na hidrogeologia da região;

- Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sísmológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.;
- Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas/hidrogeomorfológicas semelhantes;
- Deve ser feito mapeamento expedito de campo e estudo dos perfis topográfico/geológico/geotécnico transversais ao eixo do sistema de lineamento tectônico principal, das alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental; além da identificação dos sistemas de aquíferos/unidades litológicas ao longo do traçado, que permite estimar o comportamento do sistema;
- Devem-se utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes;

- Levantar dados quanto à natureza da litologia a textura e estrutura, formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características;
- Devem-se levantar ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas.
- Devem-se anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga / surgência de água e do nível do lençol freático.
- A execução de investigações geológicas deve complementar os dados levantados com base no mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Programa e os métodos mais adequados tanto aos maciços e às estruturas sedimentares mapeados.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição das zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Métodos de implantação de terraceamento;
- Métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;

- Zonas de controle de transporte de sedimento;
- Zonas de controle de escoamento superficial e subterrânea;
- Grupo de aquífero;
- Domínio de aquífero;
- Sistema de aquífero;
- Litologia/solo dominante;
- Mapas tectônicos;
- Pontos de monitoramento físico-químico das águas de superfícies e subterrâneas.

#### 4.8. GEOMORFOLOGIA

Realizar a execução do mapeamento geomorfológico / geotécnico / hidrogeológico. Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica, bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, das vertentes e das calhas fluviais. Os dados geomorfológicos devem ser agrupados nos perfis topográficos/geomorfológicos, seguindo-se as estradas de rodagem. Esses dados também serão utilizados durante as interpretações em escritório, com a finalidade de conhecer o embasamento geológico de cada unidade geomorfológica e, assim, poder classificá-las de acordo com as litologias e estruturas tectônicas englobadas.

**O QUE FAZER:** levantar topografia e relevo, hidrologia e hidrogeologia, mapas geomorfológicos regionais, dinâmica geomorfológica da região, mapas tectônicos, mapas de zoneamento de estruturas instáveis, mapas de zoneamento de estruturas estáveis, mapas de unidades fluviais, processos erosivos associados à malha viária, densidade de estradas por km<sup>2</sup>, sismicidade e outros riscos geomorfológicos e histórico de cheia/seca.

**COMO FAZER:** levantar dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais etc.; além de investigações geomorfológicas em campo;

- Devem-se levantar dados em campo quanto à natureza da litologia, a textura e estrutura (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade), formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características;
- Devem-se levantar ainda dados quanto a padrões de dissecação de unidades geológicas referentes a fraturamentos do maciço rochoso e as características de espaça-

mento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas;

- A execução de investigações geomorfológicas deve complementar os dados levantados com base no mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Programa e os métodos mais adequados tanto aos maciços e às estruturas sedimentares mapeados como à complexidade das ações a serem implantadas.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Determinação de zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Métodos de implantação e locação de terraceamento;
- Métodos de implantação e locação de estruturas de potencialização da infiltração;
- Determinação de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Determinação de zonas de drenagem superficial e subterrânea;
- Estabelecimento de zonas fontes de sedimento;
- Determinação de zonas de entrada de sedimentos.

## 4.9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

- Realizar mapeamento expedito de campo ao longo da região de estudo em perfis topográficos/geológicos/geotécnicos/batimétricos transversais ao eixo do sistema fluvial principal e demais sistemas;
- Identificar unidades litológicas e morfosedimentares ao longo do traçado permite estimar o comportamento geotécnico / geológico / hidrogeológico / hidrossedimentológico;
- Determinar vazão, velocidades e parâmetro físico-químico (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) no ciclo hidrológico.

**O QUE FAZER:** topografia e relevo; hidrologia e hidrogeologia; mapas geológicos regionais, evolução geológica da região, mapas tectônicos, sismicidade e outros riscos geológicos, vazão, ciclo hidrológico (cheia/seca), capacidade de transporte pelo sistema fluvial, pendente regional e local, carga em suspensão, carga de fundo, dinâmica do talvegue, hidrogeoquímica e batimetria de canal;

**COMO FAZER:** realizar estudos preliminares de hidrossedimentologia, conforme modelagem para controle de erosão natural, associada a estradas, associadas ao uso e ocupação

do solo, infiltração de água em face do escoamento, áreas de recarga e plantio de mudas; definir fatores condicionantes geológicos na região, como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, pendente, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho de maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo; realizar levantamento de dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, históricos hidrológicos, sísmológicos, dados de vazão, de carga de fundo e carga em suspensão, geoquímica da água, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.; identificar informações a respeito de projetos executados na região ou em sistemas fluviais semelhantes, como comportamento de dinâmica fluvial de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões/deposições, sondagens, perfuração de poços, etc.

- Deve-se utilizar aerofotointerpretação, imageamento por VANT, dados satelitários da área, mapas hidrográficos, hidrogeológicos, hidrossedimentológicos, morfosedimentares, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações hidrogeológicas / morfossedimentares;

- Devem-se levantar dados quanto à natureza da litologia e estabelecer dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das descontinuidades identificadas;
- Devem-se anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga / surgência de água e do nível do lençol freático.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição de zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Elaboração de métodos de implantação de terraceamento;
- Definição de métodos de implantação de estruturas;
- Definição de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Definição de zonas de controle de escoamento superficial e subterrâneo;
- Estabelecimento do balanço hídrico para a região e a dinâmica do freático;
- Quantificação e qualificação dos tipos de aquíferos;
- Estabelecimento das relações entre águas de superfície e aquíferos freáticos e profundos.

## 4.10. GEOLOGIA

Estudos preliminares de geologia devem ser desenvolvidos como parte do projeto integrado abiótico / biótico restabelecendo a funcionalidade / sustentabilidade da paisagem: a fase preliminar envolve a definição e espacialização dos fatores condicionantes geológicos da dinâmica da paisagem na região, como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho de maior eficiência / eficácia na recuperação de água e solo;

- Levantamento de dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.;
- Investigação dos pontos de maior sensibilidade ambiental e antrópica na área de influência direta e indireta: geológico / geotécnico / hidrogeológico, como áreas de subsidência, escorregamentos, solos colapsíveis, etc.;
- Na fase de execução do Programa, são importantes as intervenções no sistema rocha/solo/cobertura vegetal, principalmente em maciços sustentados por filitos, folhelhos, solos expansivos e solos rasos, etc.;

- Deve-se verificar a compatibilidade entre o comportamento previsto no Programa e a realidade de implantação. Devem ser tomadas providências quanto à adaptação de soluções adotadas, aferição de estimativas de quantitativos de área e volume.

**O QUE FAZER:** definição espacial, volumétrica e estrutural dos fatores condicionantes geológicos da dinâmica da paisagem na região, como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico.

**COMO FAZER:** usar novas geotecnologias (dados satelitários, VANT, ArcGis, entre outros) e validação/calibração com dados de campo sobre (padrão litológico, tectônico, estrutural, textura e xistosidade, entre outros), com uso de amostragem em afloramentos, furos de traço mecânico e sondagem, preparação de lâminas para petrografia, coleta de dados lineares e planares com uso de bússola com clinômetro para modelagem tectônica; levantar dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.; obter informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas

semelhantes, como comportamento de dinâmica fluvial de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões, sondagens e ensaios existentes, perfuração de poços, etc.; mapear a região de estudo em perfis topográfico/geológico/geotécnico transversais ao eixo do sistema fluvial principal, das alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental; utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes, como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios, etc.; levantar dados quanto à natureza da litologia e dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Determinação das condicionantes geológicas da área do rojeto;
- Determinação dos dados dos corpos litológicos necessários para o projeto de recuperação de solo e água;
- Conhecimento dos problemas geológicos que podem afetar na eficiência/eficácia do Programa.

#### 4.11. FOCOS DE CALOR ATIVOS

- O manual visa apresentar a metodologia para monitoramento de focos de calor ativos e das cicatrizes de queimadas.
- Propõe-se a utilização de séries temporais satelitárias para se entender a dinâmica funcional e estrutural das paisagens naturais e antrópicas, considerando-se a recuperação das áreas degradadas; o mapeamento das cicatrizes de queimadas para a Bacia do Alto Araguaia; utilização de índice espectral para o mapeamento das cicatrizes; uso de imagens Landsat e os índices espectrais derivados das bandas espectrais; avaliação da qualidade dos mapas de cicatrizes de queimadas; modelo do risco do fogo; mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural.
- Para estimar a precipitação diária e acumulada serão utilizados os dados fornecidos pelas estações meteorológicas de superfície disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA).
- Os dados de temperatura (°C) e de umidade do ar e da superfície serão obtidos das estações meteorológicas em funcionamento e com disponibilidade de dados dos últimos 20 anos (série histórica) fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA).

logia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA).

- A declividade e a orientação das vertentes do relevo serão extraídas dos Modelos Digitais de Elevação (MDE).
- O modelo de risco de incêndio deve considerar variáveis estabelecidas; objetivará analisar o perigo integrado e a vulnerabilidade das áreas prioritárias para a recuperação ambiental.

**O QUE FAZER:** implementação do Modelo Preditivo de Risco de Incêndio; organização e atualização da base de dados de focos de calor; implementação e aprimoramento do sistema automático de compilação da base de dados de focos de calor; desenvolvimento de aplicativo para acompanhamento diário do registro de focos de calor e relatório simplificado; mapeamento das cicatrizes de queimada; validação do mapeamento das cicatrizes de queimada; desenvolvimento e aprimoramento do modelo preditivo de risco de incêndio; e implementação do modelo preditivo de risco de incêndio.

**COMO FAZER:** a proposta de monitoramento do fogo e modelagem do risco de incêndio adaptado para as condições ambientais, climáticas e antrópicas será realizada conside-

rando-se: organização da base de dados de focos de calor e de cicatrizes de queimadas; mapeamento das cicatrizes de queimadas; e implementação do Modelo do Risco de Incêndio adaptado das características climáticas.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Monitoramento da ocorrência do fogo diário durante as estações secas e chuvosas (veranicos) para as áreas de recuperação ambiental e adjacentes selecionadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia;
- Desenvolvimento de aplicativo para acompanhamento diário do registro de focos de calor e aquisição de relatório simplificado para a Bacia do Alto Araguaia;
- Banco de cicatrizes de queimadas (área) mensais entre 2000 a 2020;
- Modelo do Risco de Incêndio adaptado às características climáticas, ambientais e antrópicas da Bacia do Alto Araguaia.

#### 4.12. EROSÃO

- Mapeamento expedito de campo e estudo em perfis topográfico / pedológico / geotécnico e batimétrico em calha fluvial, perfis transversais ao eixo do sistema fluvial principal e demais sistemas;
- Identificação de possíveis problemas geotécnicos / pedológicos / geológicos / hi-

drogeológicos / hidrossedimentológicos frente à dinâmica climática regional/local e ao atual uso e à ocupação do solo;

- Identificação das unidades geoambientais ao longo do traçado permite estimar o comportamento dos processos erosivos, transporte e sedimentação;
- Deve-se avaliar a importância no monitoramento da mitigação/validação das ações quanto a processos erosivos;
- Poderá utilizar de amostras processadas (filtro/membrana) para análise em Laboratório de Espectroscopia Atômica.

**O QUE FAZER:** (1) envolver a definição dos fatores condicionantes das unidades pedológicas (geologia, clima, relevo, solo e uso e ocupação do solo na região), com ênfase em, litoestruturas, litologias, estratigrafia, tipos de solo, texturas, estruturas, espessura, continuidade horizontal, geometria do corpo litológico/pedológico, pendente – este conjunto deve auxiliar no estudo de alternativas do desenho da execução do Programa com fins de promover maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo; (2) levantar dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, morfopedológicos, mapas de unidades geoambientais geomorfológicos, geológicos,

geotécnicos, perfis geotécnicos/pedológicos, históricos hidrológicos, sismológicos, dados de vazão, de carga de fundo e carga em suspensão, geoquímica da água, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.; (3) obter informações a respeito de projetos executados na região ou em sistemas pedológicos semelhantes, como comportamento de erodibilidade, susceptibilidade erosiva, histórico de precipitação, de uso de solo, de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões/deposições, sondagens, perfuração de poços, etc.; (4) realizar investigações de campo; e (5) levantar dados quanto à natureza da pedologia e ao grau de compactação do solo, espessura e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das descontinuidades identificadas.

**COMO FAZER:** (1) utilizar de campanhas de campo, aerofotointerpretação, imageamento por VANT, dados satelitários da área, mapas pedológicos, atlas geoambientais, mapas hidrográficos, hidrogeológicos, hidrossedimentológicos, morfosedimentares, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações hidrogeológicas/morfosedimentares eventualmente existentes como

sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios e análises físico-químicas, etc.,

## RESULTADOS ESPERADOS

- Definição e mapeamento de zonas de disciplinamento de águas pluviais de escoamento concentrado em superfície;
- Estabelecimento de métodos de implantação de terraceamento;
- Qualificação e quantificação de métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;
- Definição de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Estabelecimento de zonas de controle de escoamento superficial e subterrânea;
- identificação de áreas de exploração mineral (fonte de matacões, blocos e brita) na região, para servir em ações de correção de situações mais graves já instaladas (erosões).

## 4.13. DEFINIÇÃO DO ECOSISTEMA DE REFERÊNCIA

- Apresenta como definir um ecossistema de referência;
- Usa a classificação de fitofisionomias proposta por Ribeiro & Walter 2008, seja: Mata Ciliar; Mata de Galeria Não Inundável; Mata de Galeria Inundável; Palmeiral (“Buritizal”);

Cerradão; Mata Seca Sempre-Verde; Mata Seca Semidecídua; Mata Seca Decídua; Palmeira (“Macaubal”, “Babaçual”, “Guerobal”); Cerrado Denso; Cerrado Ralo; Cerrado Rupestre; Parque de Cerrado; Vereda; Campo Rupestre; Campo Sujo Seco; Campo Sujo Úmido; Campo Sujo com Murundus; Campo Limpo Seco; Campo Limpo Úmido; e Campo Limpo com Murundus;

- Apresenta como se definir o tipo vegetal a ser restaurado pela identificação das espécies vegetais relictuais no local;
- Detalha o que e como fazer, para se definir o tipo de vegetação: produzir uma lista de espécies remanescentes, identificar os tipos de solos e colher informações adicionais que estiverem disponíveis;
- Apresenta o processo de definição do ecossistema de referência com imagens de satélite, a caracterização do ecossistema de referência quanto ao seu estado de conservação e outros atributos estruturais, tais como: Altura e Cobertura do Dossel; Densidade de indivíduos; Área basal e biomassa; Padrão temporal de oferta de recursos; Acúmulo de serapilheira observados na área de implantação do Programa ao longo da trajetória de restauração;
- Para verificar a viabilidade de aproveitamento da Regeneração Natural, será ne-

cessário identificar e avaliar: o histórico de uso da área degradada; os possíveis fatores que possam estar impedindo a regeneração natural; a conectividade da paisagem; a presença de animais; a qualidade dos microssítios de regeneração; a quantidade de formigueiros que podem potencialmente provocar problemas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Determinação da fitofisionomia que deverá ser restaurada em cada uma das áreas degradadas a serem recuperadas;
- Definição dos fragmentos que servirão de ecossistema de referência para cada área degradada a ser recuperada;
- Caracterização de parâmetros estruturais e florísticos nos fragmentos que compõem o ecossistema de referência para nortear o planejamento e as ações que deverão ser executadas em cada área a ser restaurada;
- Determinação das reais possibilidades de aproveitamento de regeneração natural em cada uma das áreas a serem restauradas.

### 4.14. CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Em áreas inseridas em cenários caracterizados com de alto e baixo potencial de infiltração,

poderão ser implantadas ações de conservação do solo e da água visando à implementação de bacias de infiltração de água de chuva, contenção de sedimentos e terraceamento de áreas degradadas. O terraço e terraceamento (em nível, com gradiente, em desnível, com declive, de escoamento).

A decisão de quando se utilizar terraço em nível e quando utilizar terraço com gradiente, além das vantagens e desvantagens que essas práticas apresentam, dependerá da permeabilidade do solo e do subsolo, da intensidade das chuvas e da necessidade de se conservar/aumentar a umidade do solo (vide manual 17).

A locação propriamente dita dos terraços é a determinação dos pontos das linhas transversais (perpendiculares ao declive) sobre as quais os terraços serão construídos. As duas etapas podem ser executadas com nível óptico, nível de mangueira, trapézio, etc. Para se construir o terraço de base larga, o processo será dividido em etapas, chamadas séries. Em terreno não preparado, deve-se iniciar o terraço com as seções de discos paralelas ao solo, na primeira e segunda passadas, objetivando somente a remoção deste. Essa operação pode ser feita antecipadamente com a grade aradora, ou arado subsolador, em passadas

suficientes para atender a largura da base do terraço.

As estradas e carreadores são imprescindíveis, pois interligam cidades, fazendas, áreas de produção, etc. Dentre seus vários usos, destaca-se o transporte de matérias-primas, produtos e pessoas. Para construção das estradas, faz-se necessária a retirada da cobertura vegetal do solo e sua compactação e/ou impermeabilização. Isso faz com que a infiltração da água no leito da estrada seja nula. A água que não se infiltra é normalmente direcionada para as laterais, onde vão se acumulando e aumentando de velocidade ao longo da pendente. Assim, as estradas, pavimentadas ou não, sofrem pela ação das águas das chuvas; as não pavimentadas, em especial, são mais facilmente erodidas e necessitam de constantes trabalhos de manutenção.

Sabe-se que a água promove erosão no solo se atingir velocidade erosiva, que será tanto maior quanto maior for o volume de enxurrada e/ou sua velocidade. Dessa maneira, a captação estratégica da água, impedindo a formação de grandes massas e de velocidade erosiva, é a solução para a conservação das estradas e traz, como um dos benefícios indiretos, a alimentação dos aquíferos subterrâ-

neos. A infiltração é o caminho ideal a ser dado à água da chuva, visto não provocar erosão e abastecer o lençol freático. A água da enxurrada é um desperdício enorme, principalmente se for considerada a grande preocupação atual com o bem água. Nas estradas, onde a infiltração é nula, torna-se cada vez mais importante conseguir seu aproveitamento racional.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Redução do escoamento por superfície;
- Melhora da captação de água de chuva;
- Contribuição para alimentação dos lençóis freáticos;
- Melhora da provisão de água para agricultura e recuperação de áreas.

#### 4.15. IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DA TERRA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS

- Visa permitir a adequada identificação das classes de cobertura de terra das áreas prioritárias com panorama histórico que auxilia na identificação das melhores fitofisionomias a serem recompostas;
- Apresenta ainda metodologia geral com uso de imagens de satélite da série Landsat para o período de 1985 a 2020. Posteriormente deverá ser feita a interpretação visual da série histórica dos pontos;

- Detalha o que fazer e como fazer a identificação e a definição de classes;
- Apresenta a estratificação para obter maior homogeneidade da cobertura, dimensionamento da amostra com confiança de 95% e erro máximo de 5%;
- Indica a fórmula empregada em cada “super-carta” no cálculo da amostra;
- A equipe deverá ser composta por 04 (quatro) analistas treinados em aspectos socioeconômicos e geográficos da bacia hidrográfica, em interpretação visual das fitofisionomias e usos do bioma Cerrado e em critérios-chave de interpretação.
- A validação dos dados amostrais deve ser confirmada com imagens de alta resolução, entre outras, considerado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (INDVI);
- Devido à relevância de se identificar a cobertura original dessas áreas, ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) podem auxiliar na identificação da cobertura original da terra;
- Para modelagem, propõe-se considerar dados de Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia, Pedologia, uso e cobertura das terras.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Consolidação de desenho experimental e metodologia para análise espaço-temporal ao longo das áreas prioritárias;
- Geração de base de informações, tanto para elaboração de mapeamento histórico como para validação de dados de mapeamento;
- Elaboração de dados e mapeamentos que auxiliem na recomposição de vegetação natural ao longo das áreas prioritárias.

### 4.16. PEDOLOGIA

O princípio fundamental de um levantamento de solos começa pelo seu planejamento. Sendo uma classificação do tipo aberta, novas categorias podem ser incluídas, caso sejam necessárias. O levantamento deverá estar na categoria dos detalhados, com mapas e perfis pedológicos e geotécnicos em escalas grandes, contemplando um número considerável de amostras e com elaboração de determinações analíticas específicas. O local na paisagem onde se proceder aos exames e às coletas de amostras durante os trabalhos de campo vai compor perfis morfopedogenéticos integrados às demais informações (geologia, pendente, geomorfologia, tectônica, hidrografia, etc.). A princípio, acompanha a dinâmica da paisagem do início da vertente até o fundo

de vale, que varia de acordo com as finalidades do exame. Deve-se buscar um local onde o perfil esteja o mais completo possível, contendo toda a sequência de horizontes e/ou camadas e principalmente o horizonte A. Necessário também observar se a parte superficial desse horizonte se encontra recoberta por material estranho (entulhos, etc.), ou se o solo se encontra decapitado. Normalmente, para descrições e coleta de amostras, é preferível a abertura de trincheiras, com dimensões adequadas e profundidade suficiente, atingindo, sempre que possível, o material originário. A fotointerpretação consiste na análise interpretativa de fotografias aéreas e utilização de tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) de imagens de satélite (por ex. Land Sat ETM+, SRTM (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) e o sistema ativo SIR-C/X-SAR (*Spaceborne Imaging Radar C-band/X-band Synthetic Aperture Radar*, entre outros) para obtenção de dados a respeito de formas; litologias, estruturas e texturas; áreas agradacionais / degradacionais; tectônica (falhas, dobras, fraturas, xistosidades); pendentes regionais; zonas de recarga hídrica; zonas de surgência hídrica; cartografia de síntese geomorfológica.

**O QUE FAZER:** mapas de solo, topografia e relevo; hidrologia e hidrogeologia; mapas geo-

morfológicos regionais; dinâmica geomorfológica da região; mapas tectônicos; mapas de zoneamento de estruturas instáveis; mapas de zoneamento de estruturas estáveis; mapas de unidades fluviais (calha, bancos arenosos, lagos, lagos associados ao canal principal, paleocanais, planície de inundações, terraços fluviais; processos erosivos associados à malha viária; densidade de estradas por km<sup>2</sup>; sismicidade e outros riscos geomorfológicos; e histórico de cheia/seca.

**COMO FAZER:** elaborar uma sequência descritiva que sirva de guia para o técnico no campo quanto ao levantamento do perfil – vejamos o manual técnico de pedologia, IBGE (2007). Limpar e regularizar a parte do perfil a ser examinada. Essa regularização deve proporcionar o realce dos contrastes entre os diversos horizontes e possibilitar a tomada de fotografias; proceder à separação dos horizontes e/ou camadas do perfil; proceder à descrição da morfologia e das características físicas dos horizontes e/ou camadas (espessura, cor, textura, estrutura, etc.); identificar os horizontes e/ou camadas e fazer a classificação do solo; proceder à coleta das amostras dos horizontes e/ou camadas; transcrever os dados para fichas apropriadas, conforme modelo constante do Apêndice 8 do manual técnico, IBGE (2007).

Melhor que sejam feitas adaptações conforme melhor atenderem ao Programa; relacionar os tipos de análises necessários e eventuais características que necessitem ser melhor definidas em laboratório.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Reconhecimento de solos, rochas presentes e falhas e estruturas;
- Coleta dos dados hidrogeológicos e drenagem, geomorfologia, estabilidade de taludes, subsidências, afundamentos, regiões de inundações, problemas geoambientais;
- Elaboração de perfis topográficos/geomorfológicos e levantamento do embasamento geológico para cada unidade geomorfológica;
- Estabelecimento dos padrões de vertentes e relações morfo genéticas / pedogenéticas.

### 4.17. MONITORAMENTO DE CARGA DE SEDIMENTOS

Este projeto provê avaliar a carga de sedimentos que descarrega no Alto Rio Araguaia. Os pontos para coleta dos dados serão definidos conforme as áreas prioritárias, cronograma de implantação do Programa, áreas de intervenções e disponibilidade de recursos. Os pontos para coleta de dados serão definidos tecnicamente e estarão localizados, provavelmente, a

montante e a jusante das unidades implementadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia, assim como próximo aos principais afluentes do Alto Rio Araguaia.

Como descreve o manual de monitoramento de carga de sedimentos, as instalações de estações fluviométricas servirão de apoio em todas as fases do projeto e após execução, atuando como instrumento de monitoramento/ajustes/validação das ações do Programa Juntos pelo Araguaia na recuperação de água e solo, permitindo se comparar o tempo inicial T0 (antes da implantação do Programa) e os tempos T1, T2, T3...Tn (durante e após a implantação do Programa).

Desta forma, o projeto poderá se ajustado conforme dados de monitoramento das características hidrosedimentológicas e geoquímicas do fluxo de sedimento em suspensão da alta bacia do Araguaia. Esses estudos a exemplo podem ser complementados nas seções transversais onde se instalaram as estações fluviométricas de monitoramento, com o levantamento batimétrico de detalhe do canal principal a partir da utilização de imageamento de detalhe com uso de VANT em diferentes períodos do ano ao longo dos cinco anos de execução do projeto e após. Parâmetros

geombintais também podem ser somados nos dados fornecidos pelas estações.

Serão realizados cálculos de sedimentos em suspensão (CSS) e de fundo (CF) ao longo de ciclos hidrológicos anual (cheia/seca) utilizando-se da instalação de seções de monitoramento nos afluentes e nos demais pontos selecionados tecnicamente. As coletas de amostra acontecerão no decorrer de 05 anos de implantação do Programa podendo ser estendido conforme a disponibilidade de recursos.

As amostras de sedimentos transportados em suspensão serão obtidas utilizando garrafas de Van Dorn em pelo menos três eixos verticais em cada seção transversal do canal, com duas amostras por eixo vertical (20 e 60% da profundidade) e três no talvegue, obtendo-se, logo no processo uma concentração média que constitui o dado hidrológico utilizado no cálculo de transporte de carga em suspensão.

O método de determinação da concentração de sedimentos suspensos utilizado consiste na filtragem de uma parte da amostra através de membrana de éster celulose com poros (47 mm de diâmetro), e posteriormente secada e pesada. Todas as amostras serão preparadas e processadas em Laboratório.

## 5. MACROFLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES

A estrutura e fluxograma de operações deverão ser implementados nos dois estados, Goiás e Mato Grosso. O fluxograma é dividido nas operações de preparação para implementação, implementação e monitoramento, que resultarão no plantio de aproximadamente 15 milhões de mudas de espécies nativas, além das ações conservação de solo, monitoramento, manutenção e engajamento, que são de fundamental importância para bem-sucedida implementação do Programa.

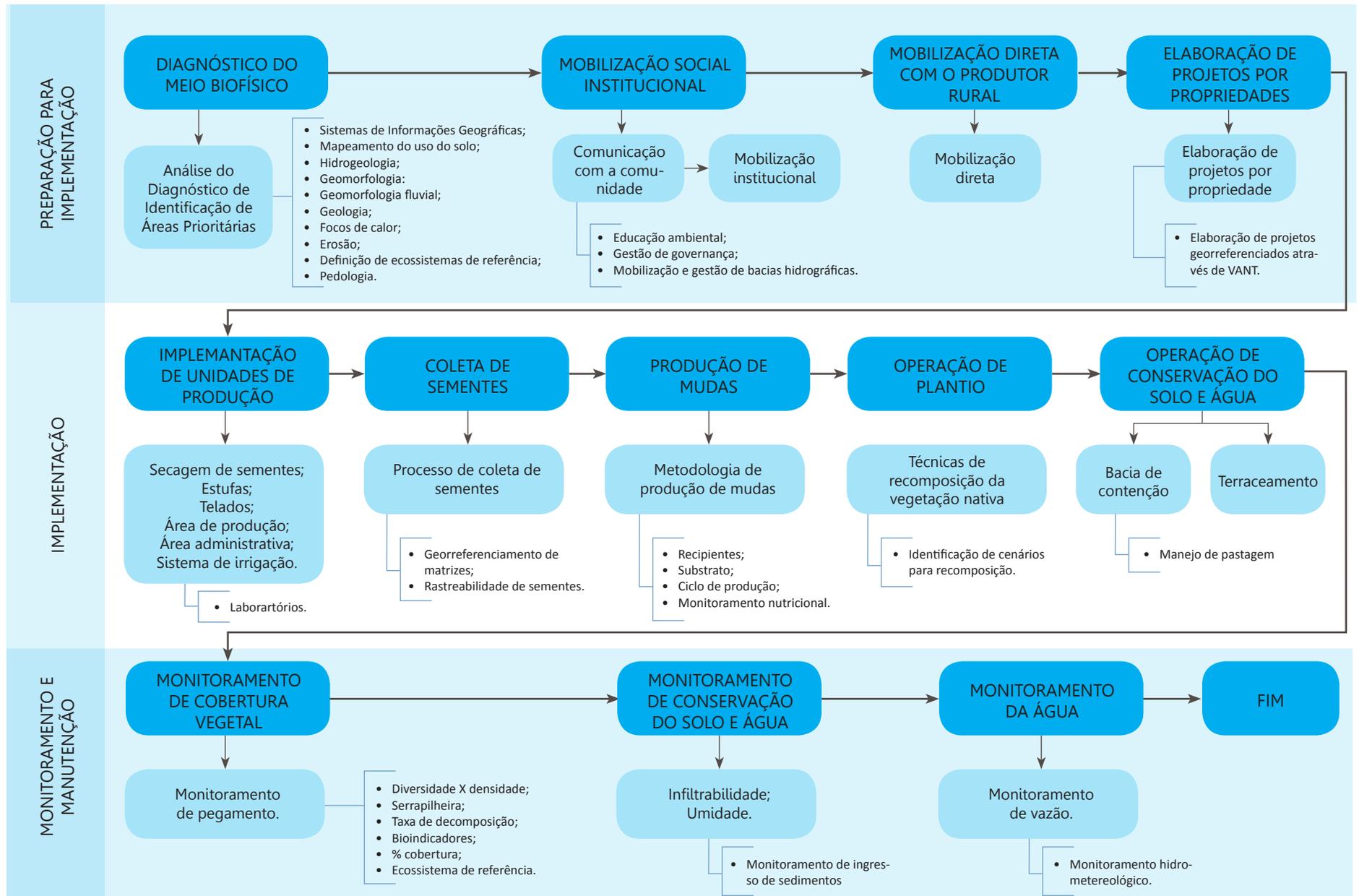
Abaixo, segue link para acesso ao conteúdo do fluxograma:

<https://bit.ly/2VSi42i>

Ou pelo QRCode:



## MACRO FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES



Juntos pelo Araguaia

## 6. RESULTADOS ESPERADOS, PRODUTOS E INDICADORES

**Tabela 5** Resultados esperados, produtos e indicadores do Projeto Executivo do Programa Juntos pelo Araguaia.

Resultados esperados	Produtos	Indicadores
Proprietários rurais com áreas equivalentes a 10.000 (dez mil) hectares mobilizados.	Termos de adesões equivalentes a 10.000 (dez mil) hectares para intervenções ambientais em propriedades assinadas.	Proprietários rurais com áreas equivalentes a 10.000 (dez mil) hectares mobilizados para a implementação até o terceiro ano de Programa.
Projetos por propriedade para implementação de ações de conservação de solo e recomposição da vegetação nativa elaborados.	Banco de áreas para implementação de projetos por propriedades em 10.000 (dez mil) hectares.	Projetos por propriedade para implementação de ações de conservação de solo e recomposição da vegetação nativa elaborados, equivalentes a 10.000 (dez mil) hectares até o terceiro ano de Programa.
Unidades de produção para atendimento aos processos de recomposição da vegetação nativa (viveiros) implantadas.	Unidades de produção implantadas com capacidade produtiva para demanda das implementações de recomposição da vegetação nativa (mudas de espécies nativas).	Unidades de produção com capacidade produtiva equivalente às demandas de implementações de recomposição da vegetação nativa até o segundo ano de Programa.
Projetos elaborados por meio da recomposição da vegetação nativa e conservação do solo e da água em 10.000 (dez mil) hectares implantados.	10.000 (dez mil) hectares de áreas de cobertura vegetal nativa e infiltrabilidade do solo implantadas.	Recomposição da vegetação nativa e conservação do solo e da água em 10.000 (dez mil) hectares até o quinto ano de Programa.

# 7. DETALHAMENTO DAS ESTRUTURAS NECESSÁRIAS PARA EXECUÇÃO DO PROGRAMA

## 7.1. ESTRUTURAS FÍSICAS & EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO, VIVEIROS, PLANTIO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Os viveiros florestais são considerados a base dentro do processo produtivo, pois são responsáveis pelo abastecimento de mudas para implantação de povoamentos florestais, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana, de parques, entre outras finalidades. Nesse sentido, para os diferentes usos e espécies, novas tecnologias são desenvolvidas visando à otimização dos processos, ofertas de mudas de qualidade e diminuição dos custos de produção (ARAÚJO et al., 2018).

Em razão da necessidade de produção de uma quantidade significativa de espécies florestais nativas, recomenda-se a utilização de substrato comercial indicado para a produção de mudas de espécies florestais, o qual será acon-

dicionado em sacos plásticos e/ou tubetes. De acordo com o hábito de crescimento dessas espécies, divididas em “rápido” ou “lento”, serão feitos ajustes nutricionais quanto ao fornecimento de nitrogênio e potássio, via adubação mineral, em função do seu desenvolvimento nos viveiros. Esse procedimento tem por objetivo garantir que todas as mudas estejam nutricionalmente equilibradas e aptas para o transplante no campo. Para isso, como forma de caracterização e confirmação das informações obtidas pelo substrato comercial, será feita uma análise química prévia, antes do plantio das mudas, a fim de verificar a disponibilidade de nutrientes para as espécies e, com base nessa informação, realizar os ajustes necessários, para ordenada e gradativa implantação do Programa, em fases e nas sub-bacias hidrográficas selecionadas como áreas prioritárias selecionadas quando do Diagnóstico de Áreas Prioritárias. Para coleta de sementes,

produção de mudas, construção dos viveiros e plantio das mudas, serão necessários os seguintes itens para atender a demanda do Programa global, no mínimo, conforme cada realidade de campo local:

- **Coleta de Sementes:** EPIs, ferramentas, instrumentos, insumos, estruturas móveis e veículos;
- **Produção das Mudanças:** EPIs, EPIs, ferramentas, instrumentos, insumos, laboratórios e sistema de armazenagem adequada;
- **Construção de Viveiros:** em sua estrutura física, materiais de reposição, sistema hídrico de abastecimentos, unidades de estoque, EPIs, ferramentas, instrumentos, insumos, estruturas fixas e veículos para transporte interno e externo;
- **Plantio das Mudanças:** EPIs, ferramentas, instrumentos, insumos, estruturas móveis e veículos.

Como as unidades onde serão realizadas as atividades relativas a coleta de sementes, produção de mudas, construção dos viveiros e plantio das mudas estão em áreas remotas, em alguns locais será necessária a instalação de estruturas físicas de apoio instrumentalizadas, tais como cozinha, refeitório, banheiros (químicos ou não), salas de reuniões, estrutura de estoque, estrutura de armazenamento de insumos e suprimentos. Algumas dessas unidades serão fixas, e outras poderão ser móveis para o atendimento de unidades mais remotas.

Os detalhes dessas estruturas físicas e de seus equipamentos estão disponíveis na manualização (Manuais Metodológicos) no Anexo 23.

## 7.2. ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá ter um banco de dados geográficos específico, que poderá ser replicado nas várias instituições estaduais (Goiás e Mato Grosso) bem como em instituições federais interessadas no Programa Juntos pelo Araguaia. O banco de dados geográficos deverá estar de acordo com os protocolos do *Open Geospatial Consortium* para que tenha tecnologia aberta e possa se inte-

grar a outros sistemas de informações de qualquer parte do mundo. Essa possibilidade de compartilhamento de dados é muito importante, pois, em iniciativas futuras, em esferas municipais, estaduais, regionais e nacional, os dados geográficos das áreas e ações de revitalização poderão ser acessados e considerados em análises espaciais.

A literatura científica aponta vários indicadores para o monitoramento de áreas naturais em recomposição vegetal, os quais deverão ser obtidos por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Destaca-se, por exemplo, a identificação de espécies invasoras, altura e número de indivíduos arbóreos e/ou arbustivos, mortalidade, densidade de dossel, falhas de plantio, etc. (ALBUQUERQUE et al., 2017 e 2020; ALMEIDA et al., 2019; D'OLIVEIRA et al., 2020). A análise e o acompanhamento desses parâmetros, por meio de geotecnologias, serão decisivos no Programa Juntos pelo Araguaia.

É preciso aumentar significativamente, por parte do Estado em parceria com a sociedade, os recursos financeiros investidos na recuperação do rio, aliando medidas de vigilância e monitoramento ambiental. É o caso do uso pontual da tecnologia, com imagens de satélite para localizar os danos, recuperar áreas

degradadas, propiciar as medidas compensatórias e a aplicação da legislação ambiental.

Quando se implementa um Programa local, rural e de base comunitária, há sempre a tendência de se considerar que a tecnologia não é algo tão relevante. Contudo, em Programas como o Juntos pelo Araguaia, a gestão da informação, a coleta de imagens e a comunicação trazem um elemento determinante para o sucesso da implementação do Programa. Para tal, é necessário que sejam previstos recursos tecnológicos, tais como *hardwares*, *softwares*, equipamentos para coleta de imagens, equipamentos de geolocalização, equipamentos de localização, equipamentos de monitoramento e controles, sistemas de gestão financeira, além de equipamentos laboratoriais.

Espera-se que, para implementação do Programa nos dois estados, serão necessárias, no mínimo, a aquisição e a manutenção de computadores, servidores e *laptops*; câmeras fotográficas e de filmagem com os respectivos acessórios, *drones*, GPS, transmissões de dados, licenças de *softwares* de gestão financeira, gestão de projetos, edição de imagens, edição de apresentações, ERP, CRM, *Power BI*, entre outros, além de equipamentos de laboratório, salas climatizadas, equipamentos

de análise, banco de sementes, instrumentação de estoques e equipamentos para adequado transporte de sementes, mudas e equipamentos.

Sendo assim, a implantação de um Sistema de Informações Geográficas, que tenha utilização multi-institucional, com tecnologia acessível e que contemple múltiplas plataformas tecnológicas, se faz necessária para o pleno êxito do Programa Juntos pelo Araguaia.

Foram consideradas as seguintes características e necessidades tecnológicas:

- Sistema de Informações Geográficas que atue na escala geográfica do Programa Juntos pelo Araguaia e suporte múltiplas escalas cartográficas;
- Sistema de Informações Geográficas que atue em múltiplas plataformas computacionais;
- Sistema de Informações Geográficas que permita a integração, para compartilhamento de dados e informações, com outros Sistemas de Informações Geográficas que atuem em múltiplas escalas geográficas e cartográficas;
- Sistema de Informações Geográficas que permita a integração e o desenvolvimento de aplicativos de análises temáticas;

- Sistema de Informações Geográficas com base nos padrões e nas tecnologias do Open Geospatial Consortium (OGC);
- Banco de dados geográficos único, que suporte múltiplas estruturas de dados e múltiplas escalas cartográficas, com possibilidade de ampliação de escala geográfica;
- Sistema de Informações Geográficas que permita a atualização do banco de dados geográficos, e de seus respectivos metadados, executada diretamente pela fonte.
- Sistema de Informações Geográficas que atenda os quesitos de segurança e integridade de dados e usuários;
- Sistema de Informações Geográficas que permita a implementação por etapas e fases;
- Sistema de Informações Geográficas de tecnologia aberta que permita a inclusão de novos dados, informações, aplicativos e funcionalidades a qualquer tempo;
- Sistema de Informações Geográficas que atenda os diversos níveis de usuários.

Os detalhamentos dessas estruturas tecnológicas e seus equipamentos estão disponíveis nas manualizações (Manuais Metodológicos) e no Anexo 24.

### 7.3. ESTRUTURAS FÍSICAS DE GESTÃO & COORDENAÇÕES

Para ocorrer a gestão e a produção de dados e informações geograficamente pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente de Goiás e Mato Grosso, será necessário que ocorra a transferência de conhecimentos científicos e tecnológicos acerca dos conceitos e operação do SIG-Araguaia. Dessa forma, propõe-se a realização de capacitação dos governos locais.

### 7.4. ESTRUTURAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL & DESENVOLVIMENTO e FORTALECIMENTO DE CAPACIDADES

A Educação Ambiental é um dos mecanismos que proporcionam a disseminação da mensagem mobilizadora e promove a participação social com objetivo de entendimento e controle social sobre os recursos hídricos. A população organizada, informada e atuante na exigência do cumprimento de seus direitos, com potencial crítico para observar e cumprir seus deveres de não degradar e não desperdiçar o recurso natural, garantirá a sustentabilidade das ações propostas pelo Programa Juntos pelo Araguaia.

### 7.5. RECURSOS HUMANOS DE ENGAJAMENTO

É preciso observar que processos de sensibilização, mobilização social integrada e engaja-

mento de produtores rurais devem, de início, desenvolver a observação crítica do território, à luz de uma gestão integrada, despertando reflexões essenciais para a população beneficiada por ações que objetivem a recuperação ambiental em um determinado território, tendo em vista que a cultura determina um território e o seu uso. As reflexões precisam estar em sintonia com os desejos das pessoas em participar ativamente de um processo de mudança de comportamentos e paradigmas. O processo de engajamento social para o Juntos pelo Araguaia prevê e propõe um equilíbrio entre os valores ecológicos, econômicos e sociais associados às práticas de recomposição da vegetação e à conservação de solo e água, para a revitalização da bacia hidrográfica. O que se pretende é superar a noção estrita e comum de aplicação de técnicas de restauração e desenvolver arranjos socioprodutivos vinculados aos processos de recuperação ambiental, de tal forma que o Juntos pelo Araguaia possa gerar uma adequada governança da paisagem, tendo em vista que as relações das pessoas com a natureza é externalizada pela cultura: sentidos, significados e interesses que condicionam a intervenção humana nos ecossistemas, dado que esses mesmos ecossistemas fornecem um senso de lugar para comunidades rurais. Assim sendo, o envolvimento das populações ao lon-

go da bacia do Alto Rio Araguaia para a restauração do capital natural vai gerar novos valores e, assim, novos comportamentos na bacia. Portanto, os processos de sensibilização, mobilização socioambiental integrada e engajamento dos produtores e cidadãos devem ser a estratégia fundante e central para a ação na bacia.

A mobilização social visa essa organização, promovendo a inclusão dos mais diferentes segmentos na vida social e política do território e a sua organização no processo de desenvolvimento local. Assim, a mobilização é um instrumento imprescindível para fomentar ou desencadear a participação. É composta por estratégias de abordagem, e a comunicação configura-se como um ato de troca de informações. Segundo Alves, a mobilização é a ação inicial de um processo participativo [...] o primeiro passo de toda ação essencialmente política e coletiva, é o alerta, o despertar para uma tomada de posição no contexto social, a etapa inicial no processo de engajamento político (2008, p. 58). A mobilização no campo social possui a capacidade de potencializar a sensibilização, o desejo e a motivação para uma participação qualificada. Assim, contribui para o processo sociopolítico de criação e reprodução da realidade, isto é, possibilita agir para construir e efetivar o novo.

## 7.6. RECURSOS HUMANOS DE PRODUÇÃO, VIVEIROS E PLANTIO

A Equipe Operacional & Técnica de Campo é responsável pela implementação operacional das atividades e ações de campo, previstas para ordenada implementação do Programa, que inclui mas não se limita à seleção de sementes; instalação, manutenção e plantio em viveiros de mudas; preparação do solo e plantio; mobilização local e engajamento de proprietário rurais para o plantio em terras privadas; construção e manutenção de pequenos barramentos; implementação de sistemas de conservação de solo, irrigação, recomposição vegetal; e monitoramento técnico de campo.

Em termos gerais, a Equipe Operacional & Técnica de Campo pode variar de um estado para outro, mas é desejável que, no mínimo, o Programa tenha à disposição Coordenações Regionais e Locais, Equipe Técnica de Campo, Consultores e Prestadores de serviços específicos e especializados para atender demandas do Programa e promover a recuperação de áreas degradadas.

A equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme fase de implementação do Programa e disponibilidade de recursos.

Minimamente, a equipe de campo deve ser composta por analistas de planejamento e controle, analistas de SIG, coordenadores de campo, engenheiros, agrônomos, fiscais de campo, equipes de supervisores, coletores de sementes, operadores dos viveiros e pessoal para o efetivo plantio, a manutenção e o monitoramento do desenvolvimento das mudas plantadas.

Como parte da equipe de operações, será necessário ainda contar com profissionais contratados, tais como almoxarife, analistas, apropriador, auxiliares, serviços gerais, coletores de sementes, estagiários, motoristas, operadores de máquinas, técnico de campo, técnico de segurança do trabalho e equipes de vigilância.

### **7.7. RECURSOS HUMANOS DE GESTÃO, COORDENAÇÃO & ADMINISTRAÇÃO**

As áreas administrativas serão destinadas ao acompanhamento de recursos humanos, controle geral e fluxo de documentação, além de abrigarem as estruturas de gestão para as unidades produtivas, e serão destinadas ao acompanhamento de recursos humanos, controle geral e fluxo de documentação; além de abrigarem estruturas de gestão para unidades produtivas. Essas áreas devem ser implantadas com obras civis, com estruturas mínimas

de escritório operacional, tais como energia elétrica, água, equipamentos de escritório, internet, banheiros compatíveis com número de funcionários, esgotamento sanitário, etc.

Em termos gerais, a gestão administrativa pode variar de um estado para outro, mas é desejável que, no mínimo, o Programa tenha à disposição Finanças, Contabilidade, Aquisições, Logística, Jurídico, Tecnologia da Informação e Recursos Humanos, para que seja possível atender as demandas do Programa para seleção e contratação de pessoal, aquisição de produtos e contratação de serviços, com transparência e atendendo as melhores práticas de Gestão de Projetos. Essa equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme a fase de implementação do Programa e a disponibilidade de recursos para contratações.

### **7.8. RECURSOS HUMANOS DE COMUNICAÇÃO**

Assessoria de Comunicação é a instância operacional de apoio à comunicação do Programa, contribuindo para produção de materiais institucionais, *press release*, gestão de redes sociais, organização de eventos nos prazos, com qualidade e eficiência. Contratada em processo seletivo público e aberto, reporta-se ao Secretário Executivo do Programa. São respon-

sabilidades da Assessoria de Comunicação: (1) garantir a boa comunicação e sistematização do Programa; (2) fazer a gestão das redes sociais, sites e comunicação do Programa; (3) organizar, promover e participar de eventos que contribuam para visibilidade do Programa com viabilidade; (4) propor a realização de campanhas e a promoção de boas experiência e casos de sucesso; e (5) assessorar a Comunicação do Programa e o Secretário Executivo.

### **7.9. RECURSOS HUMANOS PARA ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA**

O Modelo da Rede de Governança visa apresentar, de forma didática e simplificada, as instâncias e responsabilidades mínimas necessárias para a boa implementação do Programa Jutos pelo Araguaia e suas inter-relações nos estados de Goiás e Mato Grosso para consecução do Programa, não havendo qualquer relação hierárquica entre os estados, mas sim o estabelecimento e o fortalecimento de uma rede de colaboração para melhor gestão dos recursos econômicos e financeiros disponíveis para o Programa, nos dois estados, o compartilhamento de informações e experiência, compartilhamento de serviços e expertises, além das ações de mobilização social, difusão do conhecimento e comunicação geral do Programa e seus Projetos em nível nacional.

A governança aqui tratada, não se limita às relações de poder, níveis e instâncias de tomada de decisão, transparência, *accountability* e *compliance*, mas se caracteriza pela condições necessárias para que o Programa seja implementado com qualidade, nos prazos e respeitando as políticas e requisitos das organizações parceiras, dando à equipe de gestão executiva e operacional a autonomia necessária para uma eficiente e eficaz gestão do Projeto, sem necessariamente implicar independência ou plenos poderes, ou seja: uma Rede de Governança.

Os dois estados compartilham o Conselho Deliberativo do Projeto, constituído por seis membros, sendo três de cada estado. Contudo, cada um dos dois estados deve ter sua própria estrutura de Gestão do Projeto que trabalha em cooperação e apoio ao estado parceiro, sem ingerência ou responsabilidade administrativa, financeira ou de tomada de decisão executiva, estratégica, tática ou mesmo operacional.

## 7.10. CONSULTORIAS & ASSESSORIAS TÉCNICAS

### 7.10.1. Contextualização

O Programa Juntos Pelo Araguaia, iniciativa dos governos de Goiás e Mato Grosso, com o

apoio do Governo Federal, planeja e propõe a revitalização da bacia do Alto Rio Araguaia por meio de ações de recomposição da vegetação nativa em áreas de nascentes dos corpos d'água, áreas de recarga hídrica e reserva legal, além de ações de conservação do solo e da água, tais como terraceamento e construção de bacias de contenção de água e redução dos processos erosivos do solo e assoreamento de cursos d'água.

O objetivo da implantação de unidades de produção é subsidiar os processos de recomposição da vegetação nativa naquela região do bioma Cerrado, produzindo mudas de espécies nativas sadias e equilibradas nutricionalmente, além de realizar o monitoramento nutricional dessas mudas no campo, para que possam tornar mais efetivas as práticas de recuperação da bacia do Alto Rio Araguaia a serem implantadas nas áreas prioritárias do Programa Juntos pelo Araguaia.

### 7.10.2. Importante Esclarecimento

Este documento não tem a pretensão de ser exaustivo ou hermético quando da implementação do Programa Juntos pelo Araguaia, mas visa apresentar de forma resumida as principais demandas, para as quais serão necessárias a contratação de especialistas

e consultores para que seja supridas áreas de conhecimento específicos e possibilitar, se necessário, a participação de acadêmicos ou pesquisadores em atividades pontuais ou continuadas no decorrer da implementação do Programa, conforme as demandas encontradas quando da implementação, mesmo que sejam demandas eventuais ou não previstas no programa executivo.

Sempre que possível, os trabalhos de consultoria técnica devem ser desenvolvidos para que as metas econômicas, sociais e ambientais sejam atingidas.

Para contratação de cada uma das consultorias, serviços e especialistas, oportunamente, recomenda-se a elaboração de termo de referência e contrato entre as partes, havendo para tal dotação orçamentária no item em consultorias do Projeto Executivo.

### 7.10.3. Coordenador do Núcleo Técnico

A Coordenação do Núcleo Técnico é a instância operacional que visa garantir que todos os aspectos técnicos do Projeto sejam atingidos em todos os níveis, inclusive junto a consultorias, equipe do projeto, comunidades e beneficiários, garantindo a implementação do projeto, nos prazos, com qualidade e eficiência.

Dentre as responsabilidades do Coordenador do Núcleo Técnico destacam-se: (1) garantir a implementação técnica do Projeto com especial foco nos objetivos específicos e atividades do Projeto; (2) elaborar e implementar o Plano de Trabalho técnico do Projeto; (3) elaborar os TDR para aquisições e as contratações técnicas do Projeto (Serviços, Consultorias, Produtos e Pessoas), (4) elaborar o Relatório Técnico Anual e de Progresso do Projeto e (5) trabalhar em constante cooperação com os demais coordenadores para o bem e sucesso do Projeto.

#### **7.10.4. Equipe Operacional & Técnica de Campo**

A Equipe Operacional & Técnica de Campo, pode variar de um Estado para outro, mas é desejável que no mínimo o Projeto tenha à disposição Coordenações Regionais e Locais, Equipe Técnica de Campo, Consultores e Prestadores de serviços específicos e especializados para atender demandas do Projeto e promover a recuperação de áreas degradadas. A equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme fase de implementação do Projeto e disponibilidade de recursos.

Toda contratação precisa, necessariamente, ter uma necessidade, uma previsão, um detalhamento, uma aprovação, um processo, um

recebimento, um pagamento e o registro junto ao administrativo e contábil para que Programa seja capaz de demonstrar sua eficiência na gestão.

Está previsto para funções necessárias à implementação do Programa em campo, em seus vários níveis, a contratação de consultores ou especialista.

#### **7.10.5. Consultores & Especialistas**

- **Consultores de Desenvolvimento de Sementes e Mudanças**

Para a recomposição da vegetação em 7.000 hectares, pelo Programa Juntos pelo Araguaia, é estimada a produção entre 20 a 22 milhões de mudas, divididas em aproximadamente 80 espécies previamente selecionadas quanto ao seu hábito e local de crescimento. As mudas serão produzidas nas unidades de produção estrategicamente distribuídas, para atender as demandas das áreas a serem recuperadas nos estados de Goiás e Mato Grosso.

A produção de sementes e mudas seguirá quatro fases estruturantes: Coleta/Beneficiamento/Armazenamento, Germinação, Crescimento/Desenvolvimento e Rustificação/Espera. A fase que possui maior atenção e cuidados é a fase de germinação, quando ocorrem as maio-

res perdas. Os Consultores de Desenvolvimento de Sementes e Mudanças serão responsáveis por assessorar na prevenção ou mitigação de perdas decorrentes das fases estruturantes citadas. Uma lista de espécies poderá ser elaborada com base nesse estudo, com objetivo de direcionar os esforços para a propagação, visando o plantio em largas escalas espaciais. A lista poderá conter informações das espécies com grande potencial de produção de sementes e mudas; da facilidade de obtenção das sementes e mudas em campo; das altas taxas de germinação; das espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção e das espécies facilitadoras, ou seja, que auxiliam na colonização do ambiente por outras espécies.

Aspectos como a escolha do substrato, dos recipientes, das condições de germinação, crescimento e rustificação são fundamentais para a qualidade da muda produzida e podem variar conforme as características de cada unidade de produção. Desde a coleta de sementes em campo, provenientes de matrizes selecionadas, até a expedição das mudas rustificadas para o plantio nas áreas a serem recuperadas, há necessidade de escolhas técnicas que demandam conhecimentos específicos, em que pode ser necessária a assessoria de Consultores de Desenvolvimento de Sementes e Mudanças.

Inicialmente, todo material coletado será direcionado para as unidades de produção, onde será realizado o beneficiamento das sementes, envolvendo procedimentos de extração, limpeza, secagem, identificação, análise, embalagem e armazenamento das sementes. Todos esses procedimentos podem sofrer variações técnicas em função da localização da unidade de produção e do material propagativo que será manipulado. O período de secagem das sementes, por exemplo, depende de diversos fatores, como da espécie, da umidade inicial da semente, das condições climáticas e do conteúdo final de umidade desejada para armazenamento ou plantio. As condições determinadas para o armazenamento, visando manter a viabilidade das sementes ao longo do tempo, também pode variar de acordo com as características da espécie e do tempo até a semeadura. Será fundamental a realização de testes de germinação em laboratórios, para conhecimento do percentual germinativo das sementes que deverá constar em fichas de cadastro de cada lote das sementes colhidas e armazenadas.

A germinação das sementes poderá ser realizada em canteiros de semeadura indireta, com posterior repicagem, por semeadura diretamente na embalagem (saquinhos ou tubetes). A escolha da técnica de semeadura e

a quantidade de sementes por recipiente dependerão das características das sementes, como tamanho, taxa de germinação, presença ou não de dormência. Essas características podem influenciar também na determinação das condições de germinação, que podem acontecer sem ou com uso de telas de cobertura de sombreamento.

Após a germinação, inicia-se o crescimento/desenvolvimento das mudas. Nessa fase, é importante manter o fornecimento de água, nutrientes e as condições de sombreamento adequados para cada espécie e etapa do crescimento. A formulação dos nutrientes para composição da fertirrigação em cada etapa do crescimento das mudas deve considerar as exigências nutricionais das espécies produzidas, sintomas de deficiência nutricional, idade das mudas, tipo de recipiente, dentre outros aspectos a serem avaliados durante a assessoria dos consultores.

A última fase, antes da expedição das mudas, visando o preparo para o plantio em campo é a rustificação. Os procedimentos nessa fase visam aumentar a resistência das mudas as condições de campo, aumentando as probabilidades de sobrevivência das mudas pós plantio, reduzindo assim a taxa de replantio. Para isso,

podem ser recomendadas técnicas que envolvam mudanças nas formulações de adubação e no manejo de irrigação para o grupo de mudas na fase de rustificação.

Um termo de referência específico deverá ser elaborado para contratação de serviços, assessorias, consultorias de especialistas, oportunamente, conforme a necessidade ou demanda do Programa em todas as fases de sua implementação, nos dois Estados de Goiás e Mato Grosso.

- **Consultor de desenvolvimento de recomposição da vegetação nativa**

A revitalização da bacia hidrográfica do Alto Rio Araguaia é um anseio do Centro-Oeste e a proposição de Goiás e Mato Grosso está em plena sinergia com as premissas e diretrizes do Ministério do Desenvolvimento Regional, notadamente, na área do Departamento de Revitalização de Bacias Hidrográficas e Acesso à Água. Neste sentido, a adoção de práticas de conservação do solo e da água, associadas à recomposição da vegetação nativa, à luz do CAR-PRA, mostram-se como essenciais para a bacia.

Para elaborar e implantar projetos de recomposição da vegetação nativa e conservação de solo e água, em propriedades rurais na bacia

do Alto Rio Araguaia, em Goiás e Mato Grosso, será necessária contratação de consultores e especialistas visando ao apoio e ao fortalecimento para definição e instalação das estruturas necessárias para os serviços ecossistêmicos, à minimização dos efeitos das mudanças climáticas e ao desenvolvimento sustentável, com foco em soluções baseadas na natureza.

Os processos de recomposição da vegetação nativa e ações de uso e conservação de solo são primordiais para garantir a segurança hídrica para a região do Alto Rio Araguaia. As ações de recomposição da vegetação nativa e as ações de conservação do solo e da água, previstas no Programa, são pilares fundamentais para que se possa alcançar o propósito central do Programa para: contribuir para ampliar a produção e a disponibilidade de água, com qualidade e quantidade para o uso humano, bem como, para o suporte aos setores produtivos e para o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos na região do Alto Rio Araguaia.

Como é do conhecimento de todos, o Programa tem como objetivo a revitalização da bacia, por meio de ações de recomposição da vegetação nativa em locais de alta importância ambiental, tais como áreas de nascentes dos cursos d'água, áreas de recarga hídrica e reserva

legal, além de execuções de ações de conservação do solo e da água, tais como terraceamentos, construções de bacias de contenção de água e redução dos processos erosivos do solo e do assoreamento de cursos d'água. Para tal, será necessário observar que processos de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais devem desenvolver a observação crítica do território, à luz de uma gestão integrada, despertando reflexões essenciais para a população beneficiada por ações que objetivem a recuperação ambiental em um determinado território, tendo em vista que a cultura determina um território e o seu uso.

O processo de engajamento social para o Juntos pelo Araguaia prevê e propõe um equilíbrio entre os valores ecológicos, econômicos e sociais associados às práticas de recomposição da vegetação e à conservação de solo e água, para a revitalização da bacia hidrográfica.

Durante o diagnóstico para definição de áreas prioritárias para implementação do Programa, foram destinadas áreas para à recuperação ambiental, incluindo a recomposição da vegetação nativa de Cerrado, além de ações de conservação de solo e água, dentre estas a recarga do lençol freático.

Espera-se assim indicar com maior precisão as áreas mais propícias para a recomposição da vegetação nativa, entre aquelas pré-selecionadas, bem como viabilizar o monitoramento das áreas em recuperação (por meio de regeneração natural, após cercamento, ou com o plantio de mudas), com o auxílio de especialistas e consultores, que contribuirão também para o referido do Projeto Executivo (em sua implantação), o que incluir atualização do mapa de uso do solo para toda a alta bacia hidrográfica do Alto Rio Araguaia, visando uma melhor determinação das áreas para recuperação ambiental, a geração do ecossistema de referência e apoio às demais equipes de trabalho, subsidiando análises sobre a pedologia, topografia, hidrografia, entre outros temas relevantes, em escalas apropriadas ao manejo das parcelas priorizadas para os plantios de mudas e/ou regeneração; considerando a identificação de produtores rurais locais que aderiram a Programa e provavelmente também precisarão de especialistas em alguma fase do Programa.

- **Consultor de Conservação do Solo e da Água**

O Programa Juntos Pelo Araguaia tem em seu cerne a temática Conservação de Solo e Água.

Portanto, acredita-se ser de fundamental importância elaborar e implantar projetos de recomposição da vegetação nativa e conservação de solo e água em propriedades rurais na bacia do Alto Rio Araguaia.

É imperativo destacar que as metodologias tradicionais de restauração/recomposição florestal e práticas de conservação de solo e água, quando realizadas sem a definição das áreas prioritárias para a “produção de água”, resultam em esforços financeiros que nem sempre alcançam os resultados esperados no tempo necessário. Portanto, a execução de tais práticas de recuperação ambiental deve ser precedida do diagnóstico de identificação e definição de áreas prioritárias, sem o qual, qualquer ação nesse sentido restará comprometida.

Nesta primeira fase, com apoio de consultorias e especialista, a priorização das áreas destinadas a recuperação ambiental - incluindo a recuperação da vegetação do Cerrado, além de ações de conservação de solo e água, dentre essa a recarga do lençol freático, visando ao aumento da disponibilidade hídrica na região da bacia do Alto Rio Araguaia – irá com maior precisão as áreas mais propícias para a recomposição da vegetação e para ações de conser-

vação de solo e água, bem como viabilizar o monitoramento das áreas em recuperação (por meio de regeneração natural, cercamento, plantio direto, plantio por adensamento, enriquecimento, ações de conservação de solo e da água, semeadura direta, entre outros).

Para elaboração dos projetos específicos das estruturas de engenharia que poderão ser necessárias para conservação de solo e água (barraginhas, barramentos, vertedouros, corredores, etc.), seus quantitativos, modelos, cálculos, dentre outras ações, será seguramente necessária a assessoria e consultoria de especialistas no dois Estados do Goiás e Mato Grosso.

- **Consultor de Monitoramento Hidrológico**

O Ciclo Hidrológico se constitui de uma sucessão de vários processos na natureza pelos quais a água inicia o seu caminho indo de um estágio inicial até retornar à posição primitiva. Este fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera é impulsionado fundamentalmente pela energia radiante e associado à gravidade e à rotação terrestre.

O ciclo hidrológico na superfície terrestre pode ser descrito por sete processos distintos, quais

sejam: evapotranspiração, condensação, precipitação, evaporação, infiltração, escoamento superficial, armazenamento de água no solo.

A superfície terrestre abrange os continentes e os oceanos, participando do ciclo hidrológico a camada porosa que recobre os continentes (solos, rochas) e o reservatório formado pelos lagos, rios e oceanos. Parte do ciclo hidrológico é constituída pela circulação da água na própria superfície terrestre, isto é, a circulação de água no interior e na superfície dos solos e rochas, nos lagos e demais superfícies líquidas e nos seres vivos (animais e vegetais).

O monitoramento hidrológico será realizado em cursos d’água formados em nascentes e nos principais afluentes do Alto Rio Araguaia na bacia. Para isso, serão instaladas estações fluviométricas para medição de vazão, precipitação e nível do lençol freático em locais específicos na área.

Distribuições das 16 estações meteorológicas automáticas completas com raio de 50 km de altitude, serão definidas as localidades para sua final instalação para o monitoramento meteorológico e hidrológico em micro bacias do Alto Rio Araguaia com apoio de especialista e consultorias. Adicionalmente, serão distribuí-

dos 81 pluviômetros e o raio de representação de 25 km em combinação com os demais monitoramentos por ponto.

Em nível macro, o critério adotado para distribuição das estações fluviométricas na bacia baseou-se no monitoramento hidrológico in loco das sub-bacias dos principais afluentes do Alto Rio Araguaia, com prioridade de intervenção “Muito Alta” ou “Alta”. E baseou-se também no atendimento da resolução conjunta ANA/ANEEL n. 03/2010, que estabelece a densidade de distribuição de estações fluviométricas em bacias hidrográficas.

Para todos os itens da estação meteorológica completa automática, deverão ser inclusos manuais técnicos em língua portuguesa que contemplem a forma de Programação, calibração, instalação, manutenção e operação de todos os componentes, incluindo sensores, *datalogger*, alimentação de energia e *software* dos equipamentos.

A modelagem tem como resultado a estimativa de elementos hidrológicos tais como escoamento superficial e vazão, movimentação de sedimentos, além de estimar quantitativamente outros elementos relacionados com o uso do solo, tais como ureia, coliformes, nitro-

gênio, fósforo e potássio. Sendo assim, a ferramenta de modelagem será capaz de estimar as alterações na qualidade e quantidade de água, além da produção de sedimentos nas áreas de atuação do Programa e será realizada com apoio de serviços especializados de consultoria e assessoria técnica.

Para fins da implementação do Programa, nos interessam basicamente a infiltração e o escoamento superficial. A parcela de água infiltração contribui para o abastecimento das plantas e as coleções hídricas subterrâneas, a que escoam se perderá provocando ou não danos ambientais, ela é o objetivo do trabalho.

Assim sendo, o principal parceiro no ciclo hidrológico da evapotranspiração passa a ser as diferentes formas como as águas se precipitam sobre a superfície terrestre.

Se considerarmos ainda os eventos de evapotranspiração, a vegetação exerce um importante papel no ciclo hidrológico, mas também pela interceptação da água de chuva.

- **Consultor de Planejamento e Controle de projeto (Análise SIG)**

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá contar com

uma aplicação mobile, para as plataformas iOS e Android. Essa aplicação terá dois módulos, sendo um deles destinado a cadastramento de espécies utilizadas na revitalização, de áreas de revitalizadas ou de obras de revitalização. O outro módulo será para monitoramento de espécies, áreas e obras de revitalização. Os módulos da aplicação mobile terão acesso ao banco de dados geográficos e também poderão inserir dados cadastrais e de monitoramento no banco de dados. A aplicação mobile se destinará aos trabalhos de campo, que poderão ser executados por técnicos especializados, consultores ou pessoas devidamente capacitadas.

Para que seja possível produzir informações geográficas a partir de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), é necessário que as complexidades espacial, temporal e temática do mundo real sejam representadas por meio de dados com referência geográfica, com a melhor fidedignidade espacial, topológica, temática e temporal possível, atendendo, de maneira viável, os requisitos técnicos e financeiros para a sua aquisição, armazenamento, documentação e acessibilidade. Desta forma, é necessário que o conjunto de dados, que integrarão o banco de dados geográficos, sejam devidamente modelados. Será necessário

o apoio e a contratação de especialista e consultorias para as análises mais complexas, seus planejamentos de intervenções e controles quando da implementação do Programa. Esta recomendação pode ser modificada em casos especiais, o que requer o

Ademais, será construído um banco de dados com imagens fotográficas realizadas, antes da implantação dos tratamentos e durante o monitoramento das áreas.

## 8. ORÇAMENTO

Para ordenada implementação deste Programa, está previsto o investimento de **R\$ 623.258.797,91** (Tabela 6). Esse investimento poderá acontecer em fases, conforme a disponibilidade dos recursos, mediante a elaboração de planos anuais específicos compatíveis com a disponibilidade financeira de cada um dos estados. O orçamento detalhado segue no Anexo 32.

Em valores totais, em termos de rubricas, o orçamento se organiza sendo R\$ 2.602.000,00 para diagnóstico do meio biofísico, R\$ 3.484.500,00 para mobilização social institucional, R\$ 12.700.800,00 para mobilização direta com o produtor rural, R\$ 6.457.000,00 para elaboração de projetos por propriedade, R\$ 9.778.569,90 para implantação de unidades de produção, R\$ 41.427.866,28 para coleta de sementes e produção de mudas, R\$ 202.092.460,80 para operação de plantio,

**Tabela 6** Orçamentos por serviços e total do Programa Juntos pelo Araguaia.

Item	Serviços	Sub-total
1	Diagnóstico do meio biofísico	R\$ 2.602.000,00
2	Mobilização social institucional	R\$ 3.484.500,00
3	Mobilização direta com o produtor rural	R\$ 12.700.800,00
4	Elaboração de projetos por propriedade	R\$ 6.457.000,00
5	Implementação de unidades de produção	R\$ 9.778.569,90
6	Coleta de sementes + produção de mudas	R\$ 41.427.866,28
7	Operação de plantio	R\$ 202.092.460,80
8	Operação de conservação do solo e água	R\$ 120.880.000,00
9	Monitoramento hidrometeorológico	R\$ 14.592.196,05
10	Monitoramento ecológico	R\$ 6.756.803,00
11	Monitoramento através de vant	R\$ 7.301.000,00
12	Monitoramento inserção de sedimentos	R\$ 11.623.097,20
13	Veículos	R\$ 46.935.000,00
14	Gestão administrativa, coordenação técnica e governança	R\$ 43.052.000,00
15	Despesas financeiras e impostos	R\$ 93.575.504,68
		<b>R\$ 623.258.797,91</b>

R\$ 120.880.000,00 para operação de conservação do solo e água, R\$ 14.592.196,05 referentes a monitoramento hidrometeorológico, R\$ 6.756.803,00 para monitoramento ecológico, R\$ 7.301.000,00 para monitoramento através de VANT, R\$ 11.623.097,20 para monitoramento de inserção de sedimentos, R\$ 46.935.000,00 para veículos, e R\$ 43.052.000,00 para gestão administrativa, coordenação técnica e governança.

Em valores percentuais, por rubrica, o orçamento se organiza sendo 0,42% para diagnóstico do meio biofísico, 0,56% para mobilização social institucional, 2,04% para mobilização direta com o produtor rural, 1,04% para elaboração de projetos por propriedade, 1,57% para implantação de unidades de produção, 6,65% para coleta de sementes e produção de mudas, 32,43% para operação de plantio, 19,39% para operação de conservação do solo e água, 2,34% referentes a monitoramento hidrometeorológico, 1,08% para monitoramento ecológico, 1,17% para monitoramento através de VANT, 1,86% para monitoramento de inserção de sedimentos, 7,53% para veículos, e 6,91% para gestão administrativa, coordenação técnica e governança, e 15,01% referentes a despesas financeiras e impostos, conforme Figura 11.

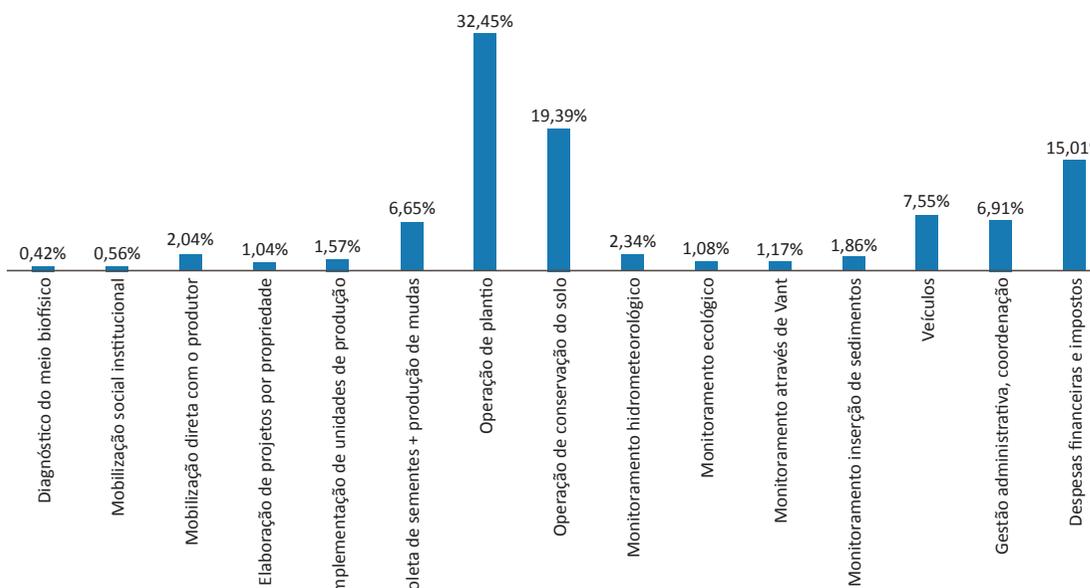


Figura 11 Orçamento geral em percentuais.

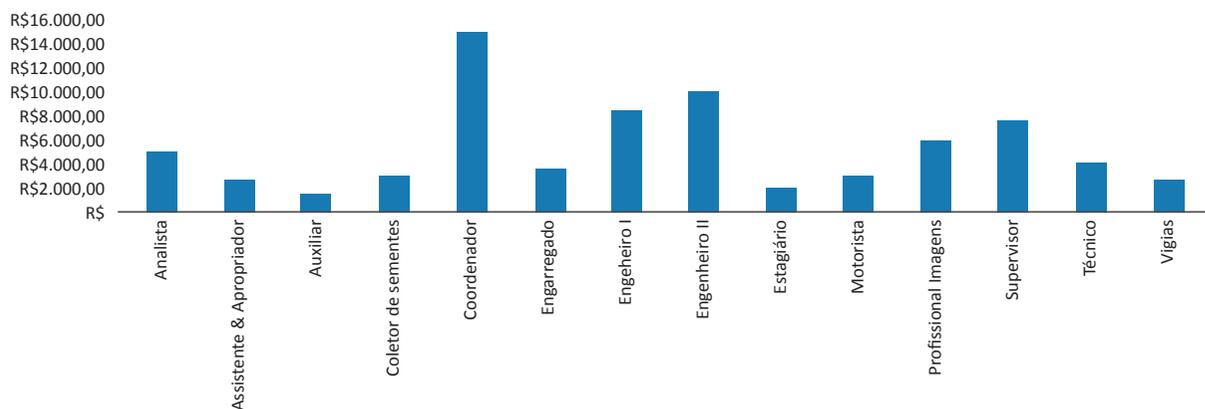


Figura 12 Custos com recursos humanos.

O orçamento detalhado no Anexo 32 possibilita entender os custos detalhados com pessoal. A Figura 12 visa facilitar a compreensão dos aportes financeiros em recursos humanos por função, dando a estimativa do salário bruto previsto.

Semelhantemente, destaca-se que o orçamento detalhado no Anexo 32 possibilita identificar os aportes previstos com as estruturas que serão implementadas e necessárias em decorrência da execução do Programa. A Figura 13 visa facilitar a compreensão dos aportes financeiros em estruturas, dando a estimativa do investimento bruto previsto.

As principais estruturas físicas previstas são para instalações de unidades técnicas de apoio e gestão nos estados e a construção dos viveiros para produção de 10 milhões de mudas, com investimentos previstos de R\$ 3.771.753,00 e R\$ 4.109.844,00 respectivamente, detalhados no Anexo 32, apresentado na Figura 14.

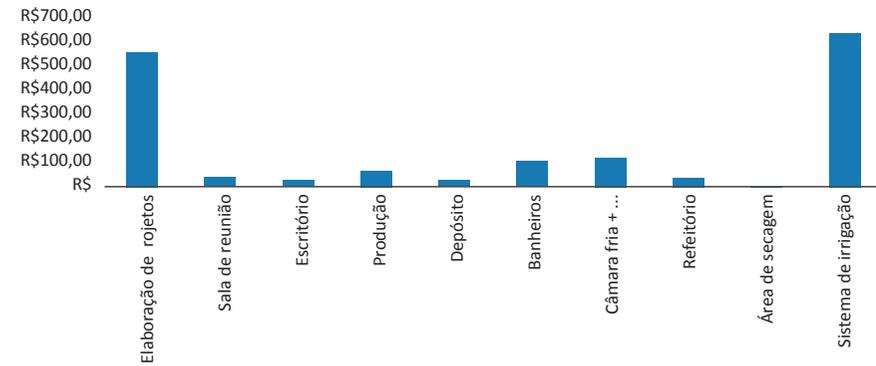


Figura 13 Custos com estruturas.

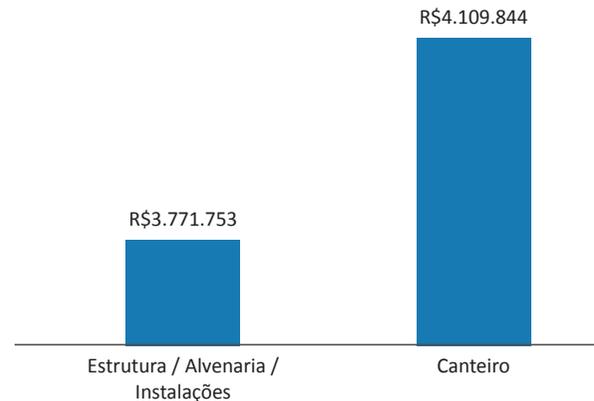


Figura 14 Aportes para unidades de produção de mudas.

## 9. CRONOGRAMA SUGERIDO

O cronograma sugerido é apresentado a nível global, considerando as operações em sua totalidade contemplando o período de 5 anos (Tabela 7). Contudo, “caso apenas partes dos recursos estejam disponíveis, impossibilitando uma contratação global de todos os processos e fases previstas neste projeto executivo, recomenda-se fortemente que, considerando-se o volume de recursos disponível, as ações de implementação do programa aconteçam sempre com base nos seguintes critérios: (1) definição do volume de recursos disponíveis; (2) redimensionamento de um plano de execução conforme os recursos disponíveis; (3) com intervenções de montante para jusante da bacia hidrográfica do rio alto Araguaia; (4) respeitado o diagnóstico de áreas prioritárias elaborado pela UFV – Universidade Federal de Viçosa.

**Tabela 7** Cronograma operacional das atividades previstas no projeto executivo, do Programa Juntos pelo Araguaia.

Principais atividades	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
Coleta de sementes	■	■	■		
Conservação do solo e da água		■	■	■	
Diagnóstico do meio biofísico	■	■			
Elaboração de projetos georreferenciados	■	■	■		
Gestão técnica, administrativa, governança e consultorias	■	■	■	■	■
Implantação de Sistema de Informações Geográficas	■	■	■		
Mapeamento do uso do solo	■	■	■		
Monitoramento e manutenção da cobertura vegetal		■	■	■	■
Monitoramento e manutenção de terraços e barraginhas		■	■	■	■
Monitoramento hidro meteorológico	■	■	■	■	■
Produção de mudas		■	■	■	■
Recomposição da vegetação nativa		■	■	■	
Sensibilização, mobilização, engajamento e adesão de produtores rurais	■	■	■	■	■

## 10. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. W.; COSTA, M. O.; FERREIRA, M. E.; JORGE, L. A. C.; SARRACINI, L. H.; ROSA, E. O.; TAVARES, L. F. S. Qualitative effectiveness of Unmanned Aerial Vehicles for monitoring forest restoration in Brazil: a brief review. **International Journal of Current Research**, v. 9, p. 50802-50806, 2017.
- ALBUQUERQUE, R. W.; FERREIRA, M. E.; TYMUS, J. R. C.; BALIEIROC, C. P.; MANSURC, H.; MOURAD, C. J. R. DE; COSTA, J. V. S.; BRANCO, M. R. C.; GROHMANN, C. H. Evaluating Forest Restoration Structure Parameters obtained by Remotely Piloted Aircraft (RPA): a case study on Brazilian Atlantic Forest. **Canadian Journal of Forest Research**, 2020. In press.
- ALMEIDA, D. R. A.; BROADBENT, E.; ZAMBRAÑO, A. A.; WILKINSON, B.; FERREIRA, M. E.; CHAZDON, R.; MELI, P.; GORGENS, E.; SILVA, C. A.; STARK, S.; VALBUENA, R.; PAPA, D.; BRANCALION, P. Monitoring the structure of forest restoration plantations with a drone-lidar system. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 79, p. 192-198, 2019.
- ALMEIDA, L. **Caracterização Hidrogeológica da Bacia do Alto Rio Claro, no Estado de Goiás: Subsídios para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. 2003. 101p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.
- ALMEIDA, L. de. et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás. 2006, 232p.
- ALMEIDA, R., GRIEBELER, N., OLIVEIRA, M., BOTELHO, T. & MOREIRA, A. (2019). Flow accumulation based method for the identification of erosion risk points in unpaved roads. **Environmental Monitoring and Assessment**. 191. 10.1007/s10661-019-7949-3.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Sistema de Informações Hidrológicas** [online], URL:<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/HidroWeb.asp>.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial - RBAC-E no. 94**. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil (Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017). Disponível em: <[https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo\\_norma/RBACE94EMD00.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf)>. Acesso em: 29 julho, 2020.
- AQUINO, S. (2002) **Regime hidrológico e comportamento Morfohidráulico do rio Araguaia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Maringá. Maringá PR 2002.

AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M.; FILHO, E.E.S. **Relações entre o regime hidrológico e os ecossistemas aquáticos da planície aluvial do rio Araguaia**. 2008. 361-366 P. (Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2008.

ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. (Orgs.) **Produção de sementes e mudas: um enfoque a silvicultura – v. 1: Ed.** Universidade Federal de Santa Maria. Rs. 2018. 448p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução**. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. Boletim no 4, 3a. Edição. São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA; DIVISÃO DE GEOLOGIA; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995. 247 p.

ATLAS GEOAMBIENTAL DAS NASCENTES DO RIO ARAGUAIA E ARAGUAINHA. **Condições dos processos erosivos lineares/** organizadores: Selma Simões de Castro, Luciano de Sousa Xavier, Maria Gonçalves da Silva Barbalho, - Goiânia: Secretária do Estado de Meio Ambiente e Recursos hídri-

cos de Goiás, 2004. 75 p.:il.

BOEHNER, J., SELIGE, T. (2006): Spatial Prediction of Soil Attributes Using Terrain Analysis and Climate Regionalisation. In: Boehner, J., McCloy, K.R., Strobl, J.: 'SAGA - Analysis and Modelling Applications', **Goettinger Geographische Abhandlungen**, Vol.115, p.13-27.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: S. V. MARTINS (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados** (Ecological restoration of degraded ecosystems). ed. Viçosa, 2012. p. 262-293,

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2003.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2020.

CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. (2004) **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás,. 75 p.

CHUVIECO, E. A.; YEBRA, I.; NIETO M.; SALAS, H.; MARTIN, J.; VILAR, M.P.; MARTÍNEZ, L.; MARTÍN, J.; IBARRA, S.; DE LA RIVA, P.; BAEZA, J.; RODRIGUEZ, J.; MOLINA, F.; HERRERA, J. R.; ZAMORA, M. A. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system Technologies. **Ecological Modelling**, vol. 221, 2010.

CHUVIECO, E.; LIZUNDIA-LOIOLA, J.; PETTINARI, M.L.; RAMO, R.; PADILLA, M.; TANSEY, K.; MOUILLOT, F.; LAURENT, P.; STORM, T.; HEIL, A.; et al. Generation and analysis of a global burned area product based on MODIS 250m reflectance bands and thermal anomalies. **Earth System Science Data**, vol. 10, n. 4, pg. 2015-2031, 2018.

COELHO, G, L. N. C.; TAVARES, L. M; CARVALHO, N. S. Uso de Maxent e Garp para modelagem de distribuição potencial espécies pioneiras no estado de Minas Gerais. In: **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

- Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0800.pdf>> Acesso em: 12 jun.2020.
- D'OLIVEIRA, M. V. N.; BROADBENT, E.; OLIVEIRA, L. C.; ALMEIDA, D. R. A.; PAPA, D. A.; FERREIRA, M. E.; ZAMBRANO, A. M. A.; SILVA, C. A.; AVINO, F. S.; PRATA, G. A.; MELLO, R. A.; FIGUEIREDO, E. O.; JORGE, L. A. C.; ALVES JR., L. R.; ALBUQUERQUE, R. W.; BRANCA-LION, P. H. S.; WILKINSON, B.; COSTA, M. O. Aboveground biomass estimation in amazonian tropical forests: a comparison of aircraft and uav-borne lidar data in the Chico Mendes extractive reserve in acre, Brazil. **Remote Sensing**, v. 12, p. 1-19, 2020.
- DALMOLIN, Q.; SANTOS, D. R. **Sistema laser scanning: conceitos e princípios de funcionamento**. Curitiba, UFPR, 2002. 111p.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jun. 2020
- ENGESAT. **Word View 2**. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/world-view-2/>> Acesso em 10/06/2020.
- FERREIRA NETO, J. A. (2020). **Metodologia de Definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental**. Universidade Federal de Viçosa e Ministério de Desenvolvimento Regional, Viçosa - MG.
- FERREIRA, M. E. **Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás. Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais, 2009.
- FERREIRA, M. E.; ALVES JR., L. R.; ALBUQUERQUE, R. W.; BROADBENT, E.; ALMEIDA, D. R. A.; AVINO, F. S.; CEZARE, C. H. G.; ZAMBRANO, A. M. A.; WILKINSON, B.; COSTA, M. O. monitoring the brazilian savanna with lidar and rgb sensors on-board remotely piloted aircraft systems. In: **International geoscience and remote sensing symposium (igarss)**, Yokohama, p. 9240-9243, 2019.
- GIONGO, M.; KOEHLER, H. S.; MACHADO, S. do A.; KIRCHNER, F. F.; MARCHETTI, M. **LiDAR: princípios e aplicações florestais**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 30, n. 63, p. 231-244, 2010.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Elói Guimarães Campos. Goiânia, 2006.
- GOIÁS (ESTADO). Secretaria de Indústria e Comércio/Superintendência de **Geologia e Mineração**. SIG Solos. Goiânia, 2004. CD-ROM.
- GOIÁS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás**. Goiânia: Editora UEMS, 2010.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Legislação estadual, Decreto 1491, de 15 de maio de 2018**, que regulamenta o detalhamento de caráter específico e complementar do Programa de Regularização Ambiental - PRA e formas de regularização ambiental dos imóveis rurais no Estado de Mato Grosso. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360087>>. Acesso em 29 julho, 2020.
- IBAMA 2018. Apoio à recuperação hídrica da bacia do Rio São Francisco e à adaptação às mudanças climáticas na bacia do Rio Parnaíba. **Chamamento público nº 01/2018**.
- IBAMA, **Instrução Normativa IBAMA Nº 4, de 13 de abril de 2011** - Procedimentos para elaboração de projeto de recuperação de

- área degradada - PRAD ou área alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2018.
- IBGE. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. 271p.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015a.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia**: guia prático de campo. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015b. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95015.pdf>>.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Banco de Dados de queimadas**. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 22 de maio. 2020.
- IWASHITA, F. **Sensibilidade de modelos de distribuição de espécies a erros de posicionamento de dados de coleta**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.
- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- LATRUBESSE, E.M; STEVAUX, J.C; Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil Central. **Revista UnG – Geociências** V.5, N.1, 65-73, 2006. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/97/189> Acesso em 11/02/2019
- LATRUBESSE, M. E.; STEVAUX J.C. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Z.Geomorph.N.F.** Berlin, Suppl.-Bd.129, p.109-127, 2002.
- MAMEDE, L. et al. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.22 - Goiânia. Rio de Janeiro (Levantamento de Recursos Naturais, 31). 1983.
- MANUAL TÉCNICO DE PEDOLOGIA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, **Manuais Técnicos em Geociências número 4**, 2ª edição, 2007.
- MAPBIOMAS: **Conheça o Mapbiomas**. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/pages/about/about>>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- MDR-UFV. Programa Juntos pelo Araguaia. Metodologia de definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental. Relatório final. Universidade Federal de Viçosa, abril, 2020. 194 p.
- MDR-UFV. Programa Juntos pelo Araguaia. Metodologia e Definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental. **Relatório final**. Universidade Federal de Viçosa. 2020. 340 p.
- MURPHY, B. **Greener pastures on your side of the fence**: better farming with Voisin management intensive grazing. Colchester: Arriba, 1998.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403: 853-858, 2000.
- NASA. The Landsat Program. **Landsat Science**. 2018. Disponível em: <https://Landsat.Gsfc.Nasa.Gov/>>. Acesso em: 10 maio 2020
- NOGUEIRA, s. M; PARENTE, I.I; FERREIRA, L.G. Temporal Visual Inspection: uma ferramenta destinada à inspeção visual de pontos Em Séries Históricas de Imagens de Sensoriamento Remoto. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva 6 a 9 de novembro de 2017, SBC, Rio de Janeiro - RJ**, p. 624-628.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás**: Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.

- ORTEGA-HUERTA, M. A.; PETERSON A. T. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. **Diversity and Distributions**, vol. 10, p. 39–54, 2004.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil**. 2019. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: maio de 2020.
- RAMOS-NETO, M. B. e PIVELLO, V. R. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, vol. 26, n. 6, p. 675-684, 2000.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K., SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, 1: 28-36; 85-92, 2003.
- RIBEIRO J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**, Embrapa-CPAC, Planaltina, p.89-166. 1998.
- RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, Vol. 16, No. 44, p. 125-148, 2002.
- RIBEIRO, J. F. et al. **Época de coleta de frutos e sementes nativos para recomposição ambiental no bioma cerrado**. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1102532/1/doc347.pdf>>.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In **Cerrado: ecologia e flora** (S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. p.151 -212, 2008.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In **Cerrado: ecologia e flora** (S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. p.151 -212, 2008.
- RIBEIRO, L. B. **Escarificação do solo**: impactos nas raízes e na produtividade. Instituto Agro. Disponível em: <<https://institutoagro.com.br/escarificacao-do-solo>>. 2020.
- ROBERTS, R. E.; CLARK, D. L.; WILSON, M. V. Traits, neighbors, and species performance in prairie restoration. **Applied Vegetation Science** 2010.
- RODRIGUES, P. M.; AZEVEDO, I. F. P.; VELOSO, M. D. M.; SANTOS, R. M.; MENINO, G. C. O.; NUNES, Y. R. F.; FERNANDES, G. W. Riqueza florística da vegetação ciliar do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais. **MG Biota**, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto para a restauração ecológica da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Instituto Bioatlântica. 2009.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica**. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ATTANASIO, C. M. Atividades de adequação e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesq. Flor. bras.**, Colombo, n.55, p. 7-21, jul./ dez. 2007.
- SANTIAGO & CINTRA. **IMAGENS PLANET**. Disponível em: <<https://www.scon.com.br/produtos/imagens-planet/#:~:text=As%20imagens%20Planet%20s%C3%A3o%20obtidas,imagens%20atuais%20de%20grandes%20%C3%A1reas>> Acesso em 10/06/2020.
- SANTOS, A.R. **Geologia de Engenharia**: Conceitos, Métodos e Prática. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002. 222 p.
- SER 2004. **Princípios da SER International sobre a Restauração Ecológica**. Disponível em: <<http://www.ser.org/content/ecologi>

cal\_restoration\_primer.asp>. Acesso em: 17 set. 2010.

WOOD, J. (2009): Geomorphometry in Land-Surf. In: Hengl, T. and Reuter, H.I. [Eds.]: Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. **Developments in Soil Science, Elsevier**, Vol.33, 333-349.

ZANDONÁ, D. F.; LINGNAU, C.; NAKAJIMA, N. Y. Varredura a Laser aerotransportado para estimativa de variáveis dendrométricas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 295-306, 2008.

# 11. ANEXOS

## **ANEXO 1. PROJETO CONCEITUAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA – GOIÁS**

Projeto conceitual do Programa Juntos pelo Araguaia – Goiás disponível no link:

<https://bit.ly/3gsEukg>

Ou pelo QRCode:



## **ANEXO 2. PROJETO CONCEITUAL DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA – MATO GROSSO**

Projeto conceitual do Programa Juntos pelo Araguaia – Mato Grosso disponível no link:

<https://bit.ly/3mZXtoX>

Ou pelo QRCode:



## **ANEXO 3. METODOLOGIA DE DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL**

Metodologia de definição de áreas prioritárias para recuperação ambiental disponível no link:

<https://bit.ly/2VTKtoN>

Ou pelo QRCode:



## ANEXO 4. GESTÃO DE GOVERNANÇA

Este documento visa apresentar, de forma didática e simplificada, as instâncias e responsabilidades mínimas necessárias para a boa implementação do Programa Juntos pelo Araguaia e suas inter-relações. Recomenda-se que: (1) as contratações sejam sempre em consonância com a legislação brasileira, imparciais e de concorrência aberta; (2) a prestação de serviços não promova a precarização das relações de trabalho, principalmente em prol do lucro econômico; (3) as contratações sejam formais, por tempo determinado e com resultados esperados claros; (4) toda contratação indique a fonte e a disponibilidade de recursos, evitando passivo ou comprometimento da imagem das organizações participantes, a qualquer tempo; e (5) as relações entre poder público, academia, organizações da sociedade, sindicatos e outras instituições e entidades, não gerem quaisquer vínculos empregatícios ou hierárquicos, exceto quando da clara contratação de serviços. Para tal, há de haver, nos estados participantes, duas estruturas parceiras – uma por estado – implementadas conforme suas capacidades técnicas, políticas e financeiras existentes. As estruturas das Redes de Governança devem promover a colaboração, o compartilhamento

de informações e a otimização de recursos em cooperação entre os estados. Apenas o Conselho Deliberativo é a única instância de tomada de decisão compartilhada pelos estados participantes do Programa.

O Modelo da Rede de Governança visa apresentar, de forma didática e simplificada, as instâncias e responsabilidades mínimas necessárias para a boa implementação do Juntos pelo Araguaia e suas inter-relações nos estados de Goiás e Mato Grosso para consecução do Programa, não havendo qualquer relação hierárquica entre os estados; mas, sim, o estabelecimento e fortalecimento de uma rede de colaboração para melhor gestão dos recursos econômicos e financeiros disponíveis para o Programa, nos dois estados, compartilhamento de informações e experiência, compartilhamento de serviços e *expertise*, além das ações de mobilização social, difusão do conhecimento e comunicação geral do Programa e seus Projetos em nível nacional.

O Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa (2015), do Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC), considera pilares tais como a tomada de decisão, ética, países dos agentes para definir a gover-

nança de uma organização e seus princípios. Entretanto, no caso do Programa Juntos pelo Araguaia, não se trata de uma governança corporativa, pública ou privada, de interesse social ou não, mas sim de um conjunto de requisitos e fatores que contribuem para criação de uma ambiência e prática de compartilhar informações, serviços, esforços, resultados e outros aportes na direção de um objetivo comum, implementado em dois estados, sem relações hierárquicas, mas como fortes interfaces nas ações e impactos esperados.

A **governança aqui** tratada, não se limita às relações de poder, aos níveis e instâncias de tomadas de decisão, à transparência, à *accountability* e à *compliance*; mas **se caracteriza por definir as condições necessárias para que o Programa seja implementado com qualidade, nos prazos, e respeitando as políticas e requisitos das organizações parceiras, dando à equipe de gestão executiva e operacional a autonomia necessária para uma eficiente e eficaz gestão do Programa, sem necessariamente implicar independência ou plenos poderes**, ou seja: é uma Rede de Governança.

## 1. PRINCÍPIOS NORTEADORES DA REDE DE GOVERNANÇA

### 1.1. Transparência

Garantia de acesso a todas as informações, de forma clara, ordenada e com linguagem adequada para os públicos do Juntos pelo Araguaia que assim necessitarem, promovendo a justiça e o respeito ao bom uso dos recursos públicos e privados disponíveis;

### 1.2. Accountability

Uso de sistemas informatizados e com dados atualizados, disponíveis para tomada de decisão e prestação de contas em atenção às legislações vigentes e aos princípios de contabilidade;

### 1.3. Compliance

Conformidade de ações, processos, procedimentos e práticas que visam à padronização para eficiência, sem a rigidez normativa que inviabiliza a boa execução do Programa por meio de estratégias de burocracia ou procrastinação;

### 1.4. Colaboração

Irrestrita e constante promoção do compartilhamento de informações, práticas, serviços e recursos para o bem comum da implementação do Programa nos estados;

### 1.5. Eficiência

Uso de todos os recursos disponíveis da melhor forma possível, nos prazos, com qualidade e excelência de gestão, visando à ordenada, fluida e eficaz implementação do Programa nos estados;

### 1.6. Impacto

Orientação por projetos, com foco em resultados, respeitando pessoas, na direção de uma melhoria nas condições de vida das populações que vivem na Bacia do Alto Rio Araguaia, contribuindo para a mudança positiva de indicadores sociais, econômicos e ambientais por meio da promoção de ações coerentes com princípios de sustentabilidade e desenvolvimento local: foco na mudança e no impacto (Teoria de Mudança).

## 2. PROPOSTA DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO

Segue a sistematização do Sistema Integrado de Gestão orientado por linhas de reporte, instância de tomada decisão, núcleos (Operacional, Científico e de Administração), respeitando os níveis estratégicos, táticos e operacionais, sem necessariamente haver uma relação hierárquica entre os estados ou engessamento do modelo.

### 2.1. Linhas de Reporte

Os dois estados compartilham o Conselho Deliberativo do Juntos pelo Araguaia, constituído por seis membros, sendo três de cada estado. Contudo, cada um dos dois estados deverá ter sua própria estrutura de Gestão do Programa que trabalhará em cooperação e apoio ao estado parceiro, sem ingerência ou responsabilidade administrativa, financeira ou de tomada de decisão executiva, estratégica, tática ou mesmo operacional.

Na Figura 1 as linhas de reporte estão organizadas em quatro estâncias: Política, Deliberativa, Executiva e Operacional. Cada estado tem o seu Secretário Executivo, além de um núcleo científico, técnico e de administração responsável para implementação do Programa em todos os níveis, dentro de seu estado.

Justamente a interação voluntária e desejada entre as quatro estâncias dos estados parceiros é que viabilizam a criação de uma Rede de Colaboração do Programa, que compartilha informações, resultados, otimiza esforços, encontra soluções conjuntas e potencializa os resultados esperados do Juntos pelo Araguaia. Assim é possível estabelecer um Sistema Integrado de Gestão.

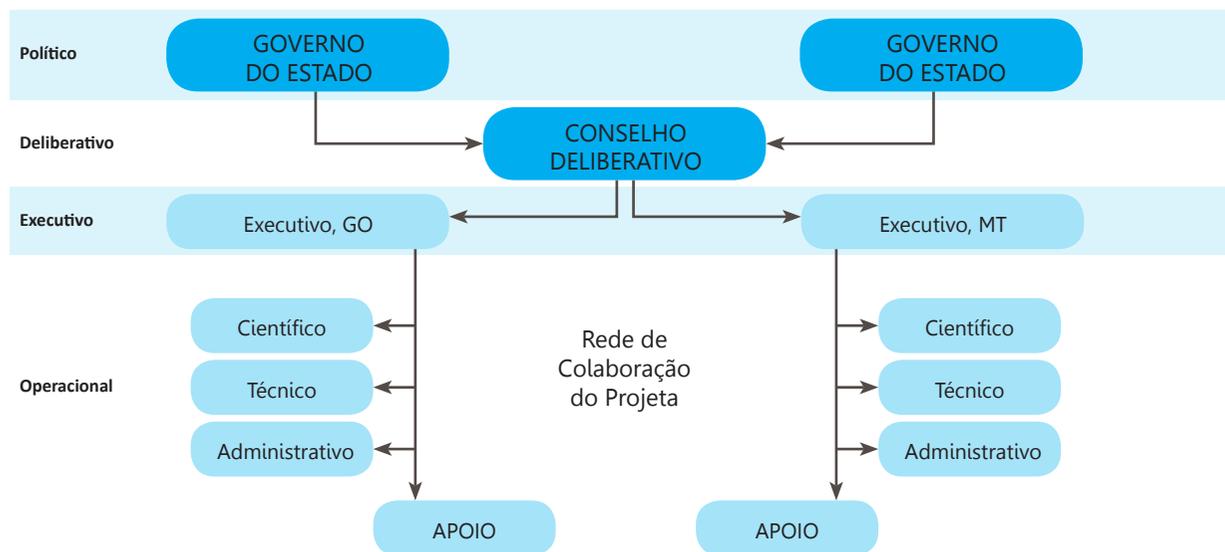


Figura 1 Linhas de Reporte, Instituto Espinhaço Brasil (2020).

do Programa e (5) selecionar e contratar um Secretário Executivo do Programa por estado.

Para composição do Conselho Deliberativo, espera-se que o Conselheiro tenha os seguintes atributos: acesso fácil ao Governo do Estado e suas secretarias; experiência em projetos de grande porte com valores não inferiores a USD 5 milhões; formação acadêmica em áreas afins ao objetivo do Programa, preferencialmente pós-graduação; experiência profissional mínima de 10 anos; e disponibilidade para o exercício das responsabilidades não remuneradas pelo Programa.

Recomenda-se, também, que cada um dos Conselheiros não tenha qualquer conflito de interesse com o Programa, não tenha qualquer histórico conflitante com o objetivo do Programa, não seja remunerado, beneficiado ou gratificado, de qualquer forma, com recursos do Juntos pelo Araguaia.

É possível e recomendável a criação de um grupo de observadores, com poder de voz durante as reuniões do Conselho Deliberativo, contudo sem direito a voto. O grupo de observadores deverá ser composto pelas seguintes representações: (1) do Governo Federal, através do MDR e da Casa Civil, duas pessoas; (2)

## 2.2. Conselho Deliberativo

Conselho Deliberativo é a instância mais alta de tomada de decisão do Juntos pelo Araguaia, composto por seis representantes, três de cada estado, que deliberam preferencialmente por consenso. Na ausência de consenso, permanece o entendimento anterior. O Conselho Deliberativo deve se reunir no mínimo uma vez por semestre em caráter ordinário e, conforme demanda, em caráter extraordinário. O Conselho Deliberativo será paritário, composto por 3 representantes de cada estado que representem o Governo de

Estado, Secretaria de Meio Ambiente e a Sociedade. A indicação dos membros do Conselho Deliberativo é prerrogativa primeiramente do Governador do Estado ou de quem por ele delegado deliberar. Deve-se elaborar um regimento para o Conselho Deliberativo.

As principais responsabilidades do Conselho Deliberativo são: (1) definir as diretrizes estratégicas do Programa; (2) avaliar e aprovar o Plano Anual do Juntos pelo Araguaia; (3) avaliar e aprovar o Orçamento Anual do Programa; (4) avaliar e aprovar o Relatório Anual

de Instituição(ões) Executora(s), uma pessoa; (3) dos principais doadores; (4) de prefeitos por estado (GO e MT), duas pessoas; (5) da Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG) e da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (FAMATO), duas pessoas; e (6) da Sociedade Civil (a ser definido pelo Conselho Deliberativo), duas pessoas, uma de GO e outra de MT.

### 2.3. Conselho Fiscal

Conselho Fiscal é a instância que visa garantir integridade financeira e boa gestão administrativa do Programa em atenção às melhores práticas e aos procedimentos de transparência e controles contábeis, incluindo aquisições do Programa. Os membros do Conselho Fiscal são indicados e nomeados pelo Conselho Deliberativo, respeitada restrição por conflito de interesse. Deve-se elaborar um regimento para o Conselho Fiscal.

As principais responsabilidades do Conselho Fiscal são: (1) assessorar o Conselho Deliberativo; (2) realizar recomendações, inclusive preventivas, ao Conselho Deliberativo; (3) avaliar e aprovar o Orçamento Anual do Programa; (4) acompanhar auditorias do Programa; e (5) avaliar e aprovar as prestações de contas do Programa.

Para composição do Conselho Fiscal, espera-se que o conselheiro: seja extremamente preocupado e conhecedor de boas práticas de transparência e gestão; tenha experiência em controladoria, contabilidade, *compliance*, auditoria financeira, conselho fiscal ou afins; tenha formação acadêmica em áreas afins à Administração, Economia e Finanças, preferencialmente Contabilidade; tenha experiência profissional mínima de 10 anos; e disponibilidade para o exercício das responsabilidades não remuneradas pelo Programa.

Recomenda-se, também, que cada um dos Conselheiros Fiscais não tenha qualquer conflito de interesse com o Programa, histórico conflitante com seus objetivos, não seja remunerado, beneficiado ou gratificado, de qualquer forma, com recursos do Programa.

### 2.4. Secretário Executivo do Programa

Secretário Executivo do Juntos pelo Araguaia é a instância executiva, operacional e administrativa mais alta do Programa e visa garantir a sua ordenada implementação nos prazos, com qualidade e transparência. O Secretário Executivo deve ser contratado em processo seletivo público e aberto ou indicado pelo Conselho Deliberativo.

O Secretário Executivo se reporta apenas e diretamente ao Conselho Deliberativo. Suas responsabilidades incluem, mas não se limitam a: (1) implementar as diretrizes estratégicas do Programa; (2) elaborar e implementar o Plano Anual do Programa; (3) elaborar o Orçamento Anual do Programa e zelar por sua acurada implementação; (4) elaborar o Relatório Anual e relatórios de progresso do Programa; e (5) representar institucionalmente o Juntos pelo Araguaia inclusive quanto a administração, finanças, contratações e aquisições. Deve-se elaborar um TDR antes e para contratação do Secretário Executivo.

Espera-se que o Secretário Executivo seja especialista em gestão de projetos afins ao objetivo do Programa, tenha experiência na gestão de orçamentos não inferiores a USD 5 milhões, tenha formação acadêmica em áreas afins ao objetivo do Programa, tenha experiência profissional mínima de 10 anos e tenha disponibilidade para o exercício das responsabilidades remuneradas pelo Programa.

## 3. PROPOSTA DE ESTRUTURA POR NÚCLEOS DE GESTÃO

Visando garantir maior agilidade nos processos de tomada de decisão, apresenta-se uma estrutura de governança do Juntos pelo Ara-

**Tabela 1** Quadro de apresentação dos Núcleos de Gestão do Programa Juntos pelo Araguaia, Instituto Espinhaço Brasil (2020)

Núcleo	Descrição	Composição	Composição
Institucional e político	Definição das diretrizes norteadoras do Programa para sua ordenada implementação técnica operacional conforme os objetivos do Programa e seus planos anuais	Conselho Direto & Diretor do Programa	Institucional e político
Técnico operacional	Definição operacional e da implementação das estratégias e objetivos do Programa	Equipe Técnica do Programa, Equipe de Campo, Equipe de Produção & Plantio e Equipe de Logística	Técnico operacional
Científico & pesquisa	Produção e difusão do conhecimento científico e tecnológico em decorrência da implementação do Programa além da assessoria consultiva	Academia, professores e pesquisadores	Científico & pesquisa
Gestão & Monitoramento	Garantir a ordenada implementação do Programa com transparência, <i>accountability</i> e <i>compliance</i>	Conselho Fiscal, Diretor do Programa, Administrador, Aquisições e Monitoramento & Avaliação	Gestão & Monitoramento
Apoio	Garantir a imagem e divulgação dos resultados do Programa em seus vários níveis e públicos	Comunicação, prestadores de serviços, terceirizados e afins.	Apoio

guaia orientada por núcleos de responsabilidade não hierárquicos, contudo sinérgicos, como apresentados no Tabela 1.

As coordenações devem ter reuniões periódicas, no mínimo uma vez a cada mês, podendo ser adicionais outras reuniões de coordenação, conforme a necessidade do Programa quando de sua implementação. Todas as reu-

niões devem ter uma ata executiva que indique, no mínimo: assuntos tratados, decisões tomadas, responsáveis e prazos.

### 3.1. Responsáveis pelos Núcleos Estratégicos do Juntos pelo Araguaia

#### 3.1.1. Coordenador do Núcleo Técnico

Coordenador do Núcleo Técnico é a instância operacional que visa garantir que todos os as-

pectos técnicos do Programa sejam atingidos em todos os níveis, inclusive junto a consultorias, equipe do Programa, comunidades e beneficiários, garantindo a implementação do Programa, nos prazos, com qualidade e eficiência. O Coordenador deve ser contratado em processo seletivo público e aberto. O Coordenador se reporta diretamente ao Secretário Executivo do Programa. Deve-se elaborar TDR antes e para contratação do Coordenador do Núcleo Técnico.

É de responsabilidade do Coordenador do Núcleo Técnico: (1) garantir a implementação técnica do Programa, com especial foco nos objetivos específicos e atividades do Programa; (2) elaborar e implementar o Plano de Trabalho técnico do Programa; (3) elaborar os TDR para aquisições e as contratações técnicas do Programa (serviços, produtos e pessoas); (4) elaborar o Relatório Técnico Anual e de Progresso do Programa; e (5) trabalhar em constante cooperação com os demais coordenadores para o bem e sucesso do Programa.

Espera-se que o Coordenador do Núcleo Técnico tenha: experiência prática na implementação de projetos semelhantes; experiência na gestão de múltiplas equipes, aquisições e consultorias afins ao objetivo do Programa; formação

acadêmica em Engenharia, Recursos Naturais, Agronomia, Meio Ambiente, com pós-graduação em áreas afins ao objetivo do Programa; e experiência profissional mínima de 7 anos.

É obrigatório que o Coordenador do Núcleo Técnico tenha os seguintes atributos: comprovado conhecimento técnico específico nas áreas afins ao objetivo do Programa; capacidade de entregar resultados, nos prazos, mesmo que sob pressão, além da capacidade de gerenciar pessoas; e disponibilidade para frequentes viagens a campo, CNH B ou superior, conhecimento da região geográfica de abordagem do Programa.

### 3.1.2. Coordenador do Núcleo Científico

Coordenador do Núcleo Científico é a instância consultiva que visa garantir aspectos científicos e relação com a academia e seus atores para produção do conhecimento do Programa. É um profissional contratado em processo seletivo público e aberto, sem remuneração pelo Programa; ou indicado por instituição acadêmica capaz de prover sua contratação e manutenção. Reporta-se ao Secretário Executivo do Programa, que aprovará a sua indicação como Coordenador. Para a indicação do Coordenador do Núcleo Científico sugere-se aplicar um TDR específico.

É de responsabilidade do Coordenador do Núcleo Científico: (1) garantir a produção do conhecimento científico, com especial foco nos aspectos acadêmicos do Programa; (2) elaborar e implementar o Programa de Pesquisa do Programa junto à academia e aos seus atores; (3) acompanhar pesquisadores, bolsistas e demais colaboradores no aspecto científico do Programa, com foco em publicações; (4) elaborar o Relatório Científico Anual do Programa; e (5) trabalhar em constante cooperação com os demais coordenadores para o bem e sucesso do Programa. Espera-se que o Coordenador do Núcleo Científico tenha experiência acadêmica em projetos semelhantes; experiência na gestão de bolsistas, pesquisadores e acadêmicos bem como a capacidade de estabelecer redes para o objetivo do Programa; formação acadêmica em Engenharia, Recursos Naturais, Agronomia, Meio Ambiente, com PhD em áreas afins ao objetivo do Programa; e experiência profissional mínima de 10 anos. É obrigatório que o Coordenador do Núcleo Científico tenha comprovado conhecimento científico específico nas áreas afins ao objetivo do Programa, capacidade de entregar resultados, nos prazos, mesmo que sob pressão, além da capacidade de gerenciar redes e disponibilidade para visitas técnicas e acadêmicas a campo, além de conhecimento da região geográfica de abordagem do Programa.

### 3.1.3. Coordenador do Núcleo de Administração

Coordenador do Núcleo de Administração é a instância operacional que visa garantir a implementação de todos os aspectos administrativos e financeiros, as aquisições e contratações do Programa, inclusive junto a consultorias, equipe do Programa, comunidades e beneficiários, nos prazos, com qualidade e eficiência. Deve ser contratado em processo seletivo público e aberto. Reporta-se ao Secretário Executivo do Programa, que aprovará a sua contratação como Coordenador. Deve-se elaborar TDR antes e para contratação do Coordenador do Núcleo de Administração.

É de responsabilidade do Coordenador do Núcleo de Administração garantir a ordenada gestão administrativa, financeira e contábil do Programa, acompanhar e implementar o Plano de Trabalho técnico do Programa, especialmente quanto ao monitoramento da execução financeira, revisar os TDRs para aquisições e as contratações técnicas do Programa (Serviços, Produtos e Pessoas), elaborar o Relatório Administrativo e Financeiro Anual e de Progresso do Programa (mensal) e trabalhar em constante cooperação com os demais coordenadores para o bem e sucesso do Programa.

Espera-se que o Coordenador do Núcleo de Administração tenha experiência prática na implementação de projetos semelhantes na área administrativa e financeira, experiência na gestão de projetos com orçamento anual não inferior a USD 2 milhões, formação acadêmica em Administração, Finanças, Contabilidade ou afins; desejável pós-graduação em áreas relevantes para a função, experiência profissional mínima de 7 anos e disponibilidade para o exercício das responsabilidades remuneradas pelo Programa com dedicação exclusiva.

É obrigatório que o Coordenador do Núcleo de Administração tenha comprovado conhecimento técnico específico nas áreas afins, em gestão administrativa e financeira do objetivo do Programa, capacidade de entregar resultados, nos prazos, mesmo que sob pressão, além da capacidade de gerenciar pessoas, domínio de *softwares* de gestão, ERP, Excel, MS Project e afins bem como conhecimento da contabilidade e relatoria financeira.

#### 4. PROPOSTA DE ESTRUTURA DE GESTÃO TÁTICA

Estrutura de Gestão Tática do Programa Juntos pelo Araguaia é uma estrutura simples, dinâmica e descentralizada, orientada por responsabilidades e sem expectativas de níveis

**Tabela 2** Quadro da estrutura de Gestão Tática do Programa, Instituto Espinhaço, Brasil (2020)

Institucional & Político	Conselho Diretivo	Conselho Fiscal	Ouvidoria
Técnico Operacional	Diretor do Programa	Gestão com Pessoas	Assessoria de Comunicação
Científico & Pesquisa	Coordenador Técnico	Coordenador Administrativo	Coordenador Científico
Gestão & Monitoramento	Equipe Técnica de Campo	Equipe Administrativa	Equipe Científica & Pesquisa
Apoio	Consultores	Fornecedores	Prestadores de Serviços

hierárquicos. É desejável posterior elaboração dos TDRs para cada uma das funções, indicadores de desempenho e instrumentos de avaliação de desempenho, políticas de pessoas ou recursos humanos, além de incentivos à formação e manutenção das equipes e seus colaboradores (Tabela 2).

#### 4.1. Ouvidoria

Ouvidoria é a instância autônoma, independente, não subordinada às instâncias do Programa, responsável por receber, verificar, solicitar solução e provocar. Reporta ao Conselho Diretivo, sem subordinação. Caso haja denúncia contra o Conselho, a Ouvidoria está autorizada a buscar instâncias superiores públicas. Deverá ser contratada na forma de serviços para o Programa.

É de responsabilidade da Ouvidoria: (1) receber, documentar e encaminhar as denúncias frente ao Programa; (2) dar devolutiva aos denunciantes, se solicitada, garantindo total privacidade; (3) realizar as diligências necessárias para verificação da denúncia; (4) elaborar Relatório Anual de Ouvidoria; e (5) elaborar recomendações e proposições de políticas de boas práticas para o Juntos pelo Araguaia.

Espera-se que a Ouvidoria tenha total independência, integridade e coragem para enfrentar momentos sensíveis; experiência em projetos ou empresas de grande porte; experiência em funções ou posições seniores; experiência profissional mínima de 10 anos; e disponibilidade para o exercício das responsabilidades remuneradas pelo Programa.

É obrigatório que a Ouvidoria não tenha qualquer conflito de interesse com o Programa ou qualquer histórico conflitante com o seu objetivo; e tenha a capacidade e a disponibilidade para prover respostas rápidas para todas as denúncias.

#### 4.2. Gestão com Pessoas

Gestão com Pessoas é a instância operacional de apoio a seleção, contratação, treinamento, orientação e avaliação de desempenho de toda a equipe do Programa, contribuindo para a criação de um ambiente favorável às relações humanas no ambiente de trabalho, elaboração e implementação das políticas de recursos humanos. O(s) profissional(is) deve(m) ser contratado(s) em processo seletivo público e aberto. Reporta-se ao Secretário Executivo do Juntos pelo Araguaia.

São responsabilidades da Gestão com Pessoas: (1) garantir a integração da equipe, principalmente dos recém-contratados, (2) elaborar e coordenar a realização das avaliações de desempenho; (3) organizar e promover eventos, treinamentos, capacitações e induções (participando de todas essas atividades) que visem ao fortalecimento da equipe do Programa com viabilidade; (4) propor a realização de campanhas, orientação, tutoria e assessoria junto

aos públicos internos; e (5) assessorar a comunicação da Secretaria Executiva do Programa.

Espera-se que a Gestão com Pessoas tenha experiência prática não inferior a 5 anos; experiência com equipes de mais de 100 pessoas; formação acadêmica compatível com a função, preferencialmente com pós-graduação, no domínio superior completo; e disponibilidade para o exercício das responsabilidades remuneradas pelo Programa com dedicação exclusiva.

É obrigatório que a Gestão com Pessoas tenha: postura ética; capacidade de gerenciar informações confidenciais e sensíveis; interesse e prazer no desenvolvimento de capacidades e pessoas; capacidade de entregar resultados, nos prazos, mesmo sob pressão, além da capacidade de trabalhar com pessoas; e identificação com as questões ambientais e sociais bem como com a clareza do objetivo do Programa.

#### 4.3. Assessoria de Comunicação

Assessoria de Comunicação é a instância operacional de apoio à comunicação do Programa, contribuindo para a produção de materiais institucionais, press release, gestão de redes sociais, organização de eventos nos prazos, com qualidade e eficiência. Os profissionais da área devem ser contratados em processo seletivo público e

aberto. Reportam-se ao Secretário Executivo do Programa. São responsabilidades da Assessoria de Comunicação: (1) garantir a boa comunicação e sistematização do Programa; (2) fazer a gestão das redes sociais, sites e comunicação do Programa; (3) organizar, promover e participar de eventos que contribuam para a visibilidade do Programa com viabilidade; (4) propor a realização de campanhas e a promoção de boas experiências e casos de sucesso; e (5) assessorar a comunicação do Programa e o Secretário Executivo.

Espera-se que a Assessoria de Comunicação tenha experiência prática em comunicação social, jornalismo e assessoria de comunicação não inferior a 5 anos; experiência na realização de eventos de grande porte, para mais de 200 pessoas; formação acadêmica compatível com a função, preferencialmente com pós-graduação; desejável domínio de Ilustrator, Corel, Idesign ou semelhantes para produção de materiais gráficos; e disponibilidade para o exercício das responsabilidades remuneradas pelo Programa com dedicação exclusiva. É obrigatório que a Assessoria de Comunicação tenha: domínio impecável da língua portuguesa e inglês avançado; capacidade de entregar resultados, nos prazos, mesmo sob pressão, capacidade trabalhar com pessoas; e identificação com as questões ambientais e sociais bem como clareza do objetivo do Programa.

## 4.4. Equipe Operacional & Técnica de Campo

A Equipe Operacional & Técnica de Campo é responsável pela implementação operacional das atividades e ações de campo, previstas para a ordenada implementação do Juntos pelo Araguaia, que inclui a seleção de sementes, mas não se limita a ela; instalação, manutenção e plantio em viveiros de mudas; preparação do solo e plantio; mobilização local e engajamento de proprietário rurais para o plantio em terras privadas; construção e manutenção de pequenos barramentos; implementação de sistemas de conservação de solo, irrigação, recomposição vegetal; e monitoramento técnico de campo.

Em termos gerais, a Equipe Operacional & Técnica de Campo pode variar de um estado para outro; mas é desejável que, no mínimo, o Programa tenha à disposição **Coordenações Regionais e Locais, Equipe Técnica de Campo, Consultores e Prestadores de Serviços específicos e especializados** para atender demandas do Juntos pelo Araguaia e promover a recuperação de áreas degradadas. A equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme fase de implementação do Programa e disponibilidade de recursos.

Toda contratação precisa necessariamente ter uma necessidade, uma previsão, um detalhamento, uma aprovação, um processo, um recebimento, um pagamento e o registro junto ao administrativo e contábil, para que o Programa seja capaz de demonstrar sua eficiência na gestão. Em termos gerais, estão previstos, para funções necessárias à implementação do Programa em campo, os profissionais listados a seguir, em seus vários níveis.

### LISTADO SIMPLIFICADO DA EQUIPE OPERACIONAL & TÉCNICA

#### 1 COORDENADOR TÉCNICO

- 1.1 Analista de planejamento e controle
- 1.2 Analista de SIG
- 1.3 Coordenador de conservação do solo e da água
- 1.4 Coordenador de monitoramento hidrológico
- 1.5 Coordenador de planejamento, controle e operações
- 1.6 Coordenador de plantio
- 1.7 Coordenador de produção de sementes e mudas
- 1.8 Coordenador de relacionamento com a comunidade
- 1.9 Coordenador de SIG
- 1.10 Engenheiro de planejamento e controle

- 1.11 Engenheiro de Segurança do Trabalho
- 1.12 Engenheiro orçamentista
- 1.13 Fiscal de implantação de viveiro
- 1.14 Supervisor de conservação de solo
- 1.15 Supervisor de plantio
- 1.16 Supervisor de produção de sementes e mudas
- 1.17 Supervisor de relacionamento com a comunidade

#### 2 EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

- 2.1 Almoxarife
- 2.2 Analista de plantio
- 2.3 Analista de produção de sementes e mudas
- 2.4 Analista socioambiental
- 2.5 Apropriador
- 2.6 Auxiliar de almoxarifado
- 2.7 Auxiliar de apoio de campo (Logística Administrativa)
- 2.8 Auxiliar de campo
- 2.9 Auxiliar de comunicação
- 2.10 Auxiliar de produção de sementes e mudas
- 2.11 Auxiliar de serviços gerais
- 2.12 Coletor de sementes
- 2.13 Encarregado de conservação de solo
- 2.14 Encarregado de manutenção
- 2.15 Encarregado de plantio
- 2.16 Estagiário de Biologia

- 2.17 Estagiário de planejamento
- 2.18 Estagiário de Engenharia Agrônômica
- 2.19 Estagiário Engenharia Florestal
- 2.20 Motorista
- 2.21 Operador de máquinas (retroescavadeira / pá carregadeira)
- 2.22 Técnico de campo
- 2.23 Técnico de Segurança do Trabalho
- 2.24 Vigia

### 3 CONSULTORES

- 3.1 Consultor de desenvolvimento de sementes
- 3.2 Consultor de desenvolvimento de mudas
- 3.3 Consultor de desenvolvimento de recomposição da vegetação nativa
- 3.4 Consultor de conservação do solo e da água
- 3.5 Consultor de monitoramento hidrológico
- 3.6 Consultor de planejamento e controle de projeto

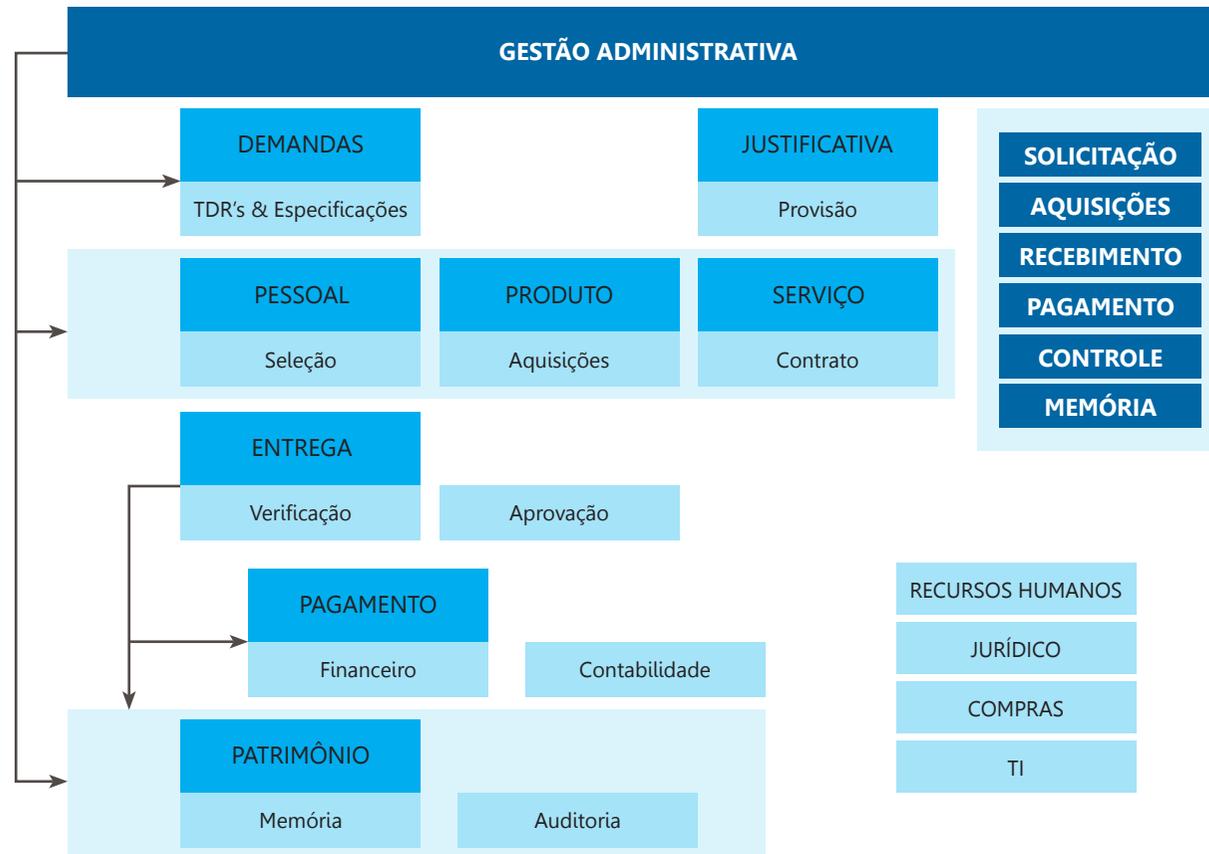


Figura 2 Gestão Administrativa do Juntos pelo Araguaia, Instituto Espinhaço Brasil (2020).

#### 4.5. Equipe Administrativa & Aquisições

Em termos gerais, a gestão administrativa do Juntos pelo Araguaia pode variar de um estado para outro; mas é desejável que, no mínimo, o Programa tenha à disposição **Finanças, Conta-**

**bilidade, Aquisições, Logística, Jurídico, Tecnologia da Informação e Recursos Humanos** (Figura 2), a fim de que seja possível atender as demandas do Programa para seleção e contratação de pessoal, aquisição de produtos e contratação de serviços, com transparência e

atendendo as melhores práticas de gestão de projetos. Essa equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme a fase de implementação do Juntos pelo Araguaia e a disponibilidade de recursos para contratações.

Toda solicitação de aquisição precisa necessariamente ter uma necessidade, uma previsão, um detalhamento, uma aprovação, um processo, um recebimento, um pagamento e o registro administrativo e contábil para que Programa seja capaz de demonstrar sua eficiência na gestão. Todo patrimônio, informação (TI) e contratos precisam estar organizados em tempo real e disponíveis para o Conselho Fiscal, as auditorias e para prestação de contas, além de serem utilizados como base para alimentar ferramentas de gestão que auxiliam a tomada de decisão administrativa e financeira do Juntos pelo Araguaia.

Em projetos grandes como este, é de fundamental importância manter uma assessoria jurídica para contratos e também para a área trabalhista. Um sistema informatizado e integrado de gestão da informação, com *backup*, proteção, licenças, manutenção e integração das unidades remotas, também será necessário.

#### 4.6. Equipe Científica

A estrutura específica da Equipe Científica deverá ser definida posteriormente junto à academia e dependerá das pesquisas, dos estudos e resultados decorrentes da implementação do Juntos pelo Araguaia.

Recomenda-se que a equipe científica seja composta por grupos de colaboradores de instituições de ensino, universidades, institutos de pesquisa, fundações de amparo à pesquisa, instituições privadas, estaduais ou federais que colaboram para geração do conhecimento, publicação, difusão, experimentação, testes, educação ambiental, social e econômica, agronegócios, empreendimentos sustentáveis e trabalhos acadêmicos.

Em termos gerais, acredita-se que gestão e estrutura poderá variar de um estado para outro, mas é desejável que, no mínimo, o Programa tenha à disposição professores, pesquisadores, doutorandos, mestrandos, graduandos, pessoal técnico de laboratórios e demais interessados na geração e difusão do conhecimento, para que seja possível atender as demandas do Programa. Essa equipe poderá ser expandida ou reduzida conforme a fase de implementação do Programa e a disponibilidade de recursos para contratações, que poderão acontecer com recursos do Programa ou de outras fontes de fomento, pesquisa, inovação, entre outras.

As pesquisas devem ser orientadas por projetos e ter como foco principal contribuir para o objetivo do Programa. O conhecimento gera-

do pertencerá aos seus autores e à academia, com formal citação das fontes financiadoras do Programa, que mantêm direito de uso e difusão do conhecimento gerado.

É desejável que o Programa seja capaz de gerar um Banco de Dados de pesquisas e estudos elaborados em decorrência da sua implantação, com foco específico na Bacia Hidrográfica do Araguaia.

## ANEXO 5 PROPOSTA DE GESTÃO DE RISCOS

### 1. ANÁLISE DE RISCO

A análise de risco visa prevenir as instituições parceiras de eventos que possam comprometer a implementação do Programa. Todo programa tem riscos internos, sobre os quais há controle e, por isso, se torna necessário prevenir e tomar todas as ações para que o risco não se concretize, o que acontece por meio de ações preventivas.

Por outro lado, há riscos inerentes do Programa sobre os quais as instituições não possuem controle e que demandam ações também mitigadoras de seus impactos.

Neste cenário, identificados os riscos, recomenda-se a elaboração de um Plano de Gestão de Riscos para que o Juntos pelo Araguaia tenha capacidade de responder caso algum evento de risco se confirme no decorrer da implementação do Programa.

#### 1.1. Definição de Riscos

- **Indisponibilidade de Recursos Nacionais:** A implementação depende da disponibilidade de recursos. O plantio não espera. Por isso é de suma importância que os estados

tenham desenvolvido mecanismos que possibilitem o fluxo de recursos previstos e necessários para implementação do Programa, sem os quais poderá acontecer a descontinuidade de ações e atividades que representarão perdas econômicas, sociais, ambientais e principalmente o comprometimento da imagem do Programa junto aos parceiros e beneficiários finais: produtores e agricultores nos estados de Goiás e Mato Grosso.

- **Percepção Internacional sobre a Agenda Ambiental Brasileira (Recursos):** Nos últimos 20 anos, o Brasil conseguiu se posicionar como um protagonista nas agendas ambientais e de conservação globais, colocando-se muitas vezes como um modelo a ser seguido. Nos últimos anos, o realinhamento das prioridades e agendas estratégicas do governo do Brasil geram reação na comunidade internacional e preocupação com a imagem do país. Esse aspecto, além de afetar o controle do Programa, pode reduzir a quantidade de recursos internacionais destinados à região do Cerrado e aumentar a dependência de aportes públicos dos estados e da Federação para implementação, monitoramento e manutenção do Programa.
- **Baixa Capacidade de Contratação e Repasse de Recursos para Implementação Rápi-**

**da do Programa:** A legislação brasileira é criteriosa e demanda processos e procedimentos que podem se tornar lentos ou burocráticos quando das contratações e aquisições para implementação do Juntos pelo Araguaia. Têm-se mostrado desafios não apenas garantir os recursos, mas também garantir o fluxo contínuo de repasse como previsto no planejamento do Programa.

- **Mudança de Governo Federal:** É normal e saudável a alternância de poder em uma democracia. Contudo, historicamente, tem-se visto a descontinuidade de Programas e Projetos à medida que as mudanças de governo acontecem. É desejável tornar o Juntos pelo Araguaia um Programa de Estado.
- **Mudança de Governo Estadual:** É normal e saudável a alternância de poder em uma democracia. Contudo, historicamente, tem-se visto a descontinuidade de Programas e Projetos à medida que as mudanças de governo acontecem. É desejável tornar o Juntos pelo Araguaia um Programa de Estado.
- **Mudança de Governo Municipal:** É normal e saudável a alternância de poder em uma democracia. Contudo, historicamente, tem-se visto a descontinuidade de Programas e Projetos à medida que as mudanças de go-

verno acontecem. É desejável tornar o Juntos pelo Araguaia um Programa de Estado.

- **Baixa Adesão dos Proprietários Rurais:** Uma das partes mais importantes para o sucesso da implementação do Programa e garantir que o conhecimento seja difundido aos produtores rurais e agricultores para que haja real adesão ao Programa e as práticas de restauração e conservação propostas. Contudo, a adesão dos proprietários rurais tem-se mostrado um desafio na implementação de projetos semelhantes e dependerá muito da capacidade e experiência da instituição selecionada como executora.
- **Baixa Adesão e Participação Social & Comunitária:** A sociedade civil e suas instituições representativas, inclusive as de base comunitárias, precisam estar engajadas no processo de implementação do Juntos pelo Araguaia para que não haja resistências desnecessárias quando da implementação do Programa, o que pode comprometer o cronograma de implementação e tornar lento o processo de mobilização e convencimento
- **Ocorrência de Evento Climático Negativo:** As mudanças climáticas têm-se mostrado cada vez mais severas em toda a América Latina, e não tem sido diferente na região Centro-Oeste, inclusive com a alteração

dos regimes e volumes de chuvas, períodos de forte calor e frio, oscilação da temperatura superior a 10 graus centígrados em um mesmo dia. Eventos climáticos podem comprometer a implementação do Programa quanto a germinação, seleção de espécies adequadas e adaptadas e volume de unidades de mudas necessários para restauração e recuperação ambiental. Eventos naturais erosivos têm-se intensificado, além das enchentes que varrem os leitos dos rios.

- **Limitada Capacidade Local de Replicação / Governo:** Um elemento de fundamental importância para que o Juntos pelo Araguaia seja implementado com sucesso e atinja o volume de área recuperada, protegida e restaurada é a capacidade local de replicação das experiências exitosas do Programa. Espera-se que os governos sejam capazes de promover ações complementares ao Programa que possibilitem e favoreçam a sua replicação em outras áreas, mesmo que não prioritárias, como outros recursos além dos destinados às áreas prioritárias.
- **Limitada Capacidade Local de Replicação / Social:** Um elemento de fundamental importância para que o Programa seja implementado com sucesso e atinja o volume

de área recuperada, protegida e restaurada é a capacidade local de replicação das experiências exitosas do Juntos pelo Araguaia. Espera-se que a sociedade seja capaz de promover ações complementares ao Programa que possibilitem e favoreçam a sua replicação em outras áreas, mesmo que não prioritárias, como outros recursos além dos destinados às áreas prioritárias.

- **Limitada Velocidade de Resposta / Governo:** As dinâmicas e o processo de tomada de decisão dos governos normalmente requerem processos e procedimento de controle que podem ocasionar, facilmente, lentidão na tomada de decisão e limitar a velocidade de resposta prejudicando o cronograma de a implementação do Programa.
- **Limitada Velocidade de Resposta / Social:** As dinâmicas e o processo de tomada de decisão via diálogo e consenso que normalmente que podem ocasionar lentidão na tomada de decisão e limitar a velocidade de resposta prejudicando o cronograma de a implementação do Programa.
- **Interrupção do Apoio das Federações Estaduais de Agricultura:** Como descrito anteriormente, as instituições representativas, inclusive as de base comunitárias precisam estar engajadas no processo de implementação do Juntos pelo Araguaia

para que não haja resistências desnecessárias quando da implementação do Programa, o que pode comprometer o cronograma de implementação e tornar lento o processo de mobilização e convencimento.

- **Capacidade de Criação de Sinergias entre os Estados:** é normal e compreensível que as dinâmicas de diálogos, tomada de decisão, disponibilidade de recursos, demandas de outras agendas, disponibilidade de capital humano e as características peculiares de cada região tragam ao Juntos pelo Araguaia a necessidade de equilíbrio e sinergia entre os estados e Governo, o que historicamente requer grande esforço de cooperação, vontade política e fluxo de informações, sem os quais o Programa poderá ter descompasso na implementação: um estado implementar mais ou mais rápido que o outro gerando inclusive sensibilidades ou desgastes institucionais.
- **Indisponibilidade nas Áreas Prioritárias Selecionadas:** o diagnóstico de áreas prioritárias reflete criteriosamente os indicadores identificados como mais relevantes para determinação das áreas que serão atendidas pela implementação do Programa. Contudo, a experiência na implementação de projetos semelhantes, em outros estados, têm mostrado que uma área

prioritária não é necessariamente viável à restauração, conservação e recuperação ambiental, sendo necessários, em alguns casos, ajustes e novas definições de áreas.

- **Indisponibilidade de Financiamento para Ações Sustentáveis no Cerrado:** atualmente há linhas de financiamento para produção agropecuária, mas há poucas iniciativas que favorecem a preservação e conservação de áreas produtivas, o que tem demandado dos produtores rurais e agronegócios viabilizar a restauração como recurso próprio, o que tem-se mostrado um desafio que pode comprometer a implementação, replicação e escalabilidade de Programa além das áreas prioritárias.
- **Baixa capacidade técnica e experiência das instituições executoras:** Um dos pontos mais críticos na implementação de um Programa de dada envergadura e complexidade é identificação de uma instituição com experiência em projetos semelhantes de larga escala e capacidade técnica e social de mobilização e execução. Processos seletivos públicos tendem a ser por menor preço, o que pode limitar a capacidade técnica e experiência das instituições executoras. Contratar, para execução de projetos, instituições com baixa capacidade e experiência na execução de projetos

semelhantes pode se tornar um risco fatal para o Programa.

## 1.2. CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS (IMPACTO & PROBABILIDADE)

Forma direta e simplificada, a estrutura de Análise de Risco proposta para o Programa Juntos pelo Araguaia está detalhada com dois parâmetros principais, Impacto e Probabilidade.

O indicador Impacto descreve qual seria a gravidade caso um evento de risco para o Programa ocorresse, aplicando a esse índice peso 1 a 3, sendo 3 o impacto mais elevado atribuído.

Semelhantemente, quando se trata de probabilidade de ocorrência de um evento de risco, o modelo avaliar as chances que um dado evento possa acontecer, classificando-o também como valores de 1 a 3, sendo 3 a nota correspondente ao maior grau de probabilidade de ocorrência de um dado evento.

Desta forma, combinando Impacto e Probabilidade de ocorrência, é possível aferir valores quantitativos aos dados, inicialmente quantitativos, com argumentação objetiva dos participantes que aferem “notas” de modo não subjetivo. Considera-se aqui a necessidade de haver representatividade para que a classificação seja

adequada e realista, uma vez que vários atores podem ser convidados a atribuir valores mesmo que de forma assíncrona ou a distância.

Recomenda-se que as análises de risco sejam revisadas periodicamente, preferencialmente uma vez a cada ano, antes da elaboração do Plano Anual de Trabalho para cada uma das Estruturas de Núcleos.

Os eventos com menor impacto e probabilidade de ocorrência do evento têm um valor denominado de baixo risco, ao qual se pode aferir ou codificar o risco projetado, de um dado evento, quando o risco apresentar valores entre 1 a 3. Nesses casos, os riscos serão considerados como riscos de menores impactos e com baixa probabilidade de ocorrência.

Caso os resultados de uma dada série de análise de risco forem classificados com valores entre 4 a 6 serão, podem-se considerar os riscos como de médio impacto e média probabilidade de ocorrência, portanto, riscos médios.

Quando os riscos forem classificados com notas de 7 a 9, significaria, portanto, que o impacto desse evento, caso ele venha a acontecer, e a sua probabilidade são altos, e os seus danos seriam muito significativos para o Pro-

grama, se consideramos a concretização de um desses eventos de risco.

Pode-se ainda considerar o que se entende serem riscos fatais os riscos que podem inviabilizar a realização do Programa ou sua implementação ou ainda a continuidade. Se um dado Programa apresenta muitos riscos fatais, ele pode ser considerado inviável. Nesse caso, é desejável que, para cada risco identificado, considerado como alto, que haja ações preventivas e mitigadoras para que os eventos não ocorram.

A proposta ora apresentada para Análise de Risco não é hermética e poderá ser revisada em outro momento, inserindo-se outros riscos, outros valores para impacto, outros valores por probabilidade e até outras formas de percepção da participação de cada um dos agentes em cada um dos riscos.

Espera-se que, em decorrência da elaboração do quadro de análise de risco, considerando-se impacto e probabilidade, seja possível, posteriormente, elaborar também um Plano de Risco atualizado e realista que inclua ações preventivas, mitigadoras e corretivas. Deste modo, será possível que o Programa esteja preparado para responder, de forma eficaz

e célere, a quaisquer riscos que tenham sido previstos, aumentando assim as chances de sucesso do Programa em sua implementação, reduzindo custos e garantindo a sua factibilidade.

## PONTUAÇÃO DOS PRINCIPAIS RISCOS

Na análise de riscos do Programa Juntos pelo Araguaia (Tabela 1), foi identificado que não há riscos fatais que comprometam a sua implementação. Em uma escala de 1 a 9, onde 1 representa baixo risco de impacto e baixa probabilidade de ocorrência de um evento de risco e 9 representa alto risco de impacto e alta probabilidade de ocorrência de um evento de risco, o Programa apresenta índice de risco geral da ordem de 3,94 (risco levemente médio), que pode ser superado com Plano de Gestão de Riscos, que será apresentado à frente.

## 2. PROPOSTA DE PLANO DE GESTÃO DE RISCOS

Identificados os riscos de um projeto, é necessário o Planejamento de Ações Preventivas, Reparadoras e Mitigadoras para reduzir os impactos e a probabilidade de ocorrência de um risco que possa comprometer a sua implementação.

**Tabela 1** Quadro de análise de riscos do Programa Juntos pelo Araguaia.

Item	Título	Agente	Impacto	Prob.	Risco	Índice
1.	Indisponibilidade de recursos nacionais	Governo	3	2	6	Médio
2.	Percepção internacional sobre a Agenda Ambiental Brasileira (Recursos)	Governo	3	2	6	Médio
3.	Capacidade de contratação e repasse de recursos	Governo	3	2	6	Médio
4.	Mudança de governo federal	Governo	2	3	6	Médio
5.	Mudança de governo estadual	Governo	3	2	6	Médio
6.	Mudança de governo municipal	Governo	2	3	6	Médio
7.	Baixa adesão de dos proprietários rurais	Comunitária e social	3	1	3	Baixo
8.	Baixa adesão e participação social e comunitária	Comunitária e social	2	1	2	Baixo
9.	Ocorrência de evento climático negativo	Mudanças climáticas	3	2	6	Médio
10.	Limitada capacidade de local de replicação / governo	Governo	2	1	2	Baixo
11.	Limitada capacidade de local de replicação / social	Comunitária e social	2	1	2	Baixo
12.	Limitada velocidade de resposta / governo	Governo	3	2	6	Médio
13.	Limitada velocidade de resposta / social	Comunitária e social	2	1	2	Baixo
14.	Interrupção do apoio das federações estaduais de agricultura	Agronegócio	2	1	2	Baixo
15.	Capacidade de criação de sinergias entre os estados	Governo	1	1	1	Baixo
16.	Indisponibilidade de áreas prioritárias selecionadas	Academia	3	1	3	Baixo
17.	Indisponibilidade de financiamento para ações sustentáveis no Cerrado	Comunitária e social	2	2	4	Médio
18.	Baixa capacidade técnica e experiência das instituições executoras	Contratados	1	2	2	Médio

Legenda

alto	7 a 9	médio	4 a 6	baixo	1 a 3
------	-------	-------	-------	-------	-------

## 2.1. PROPOSTA DE PLANO DE RESPOSTA À OCORRÊNCIA DE RISCOS

O Plano de Resposta a Ocorrência de Riscos do Programa Juntos pelo Araguaia, com os riscos classificados por tipo de ação necessária (Preventiva, Reparadora e Mitigadora), pode ser visualizado nas Tabelas 2 e 3.

As ações preventivas devem ser realizadas em até 6 meses a partir da identificação do risco; as reparadoras acontecem junto com o início do Programa; e as de mitigação apenas se os riscos se confirmarem. Um cronograma específico deve ser elaborado posteriormente e conforme a melhor conveniência do Programa.

## 2.2. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES FRENTE AOS RISCOS IDENTIFICADOS

- **Indisponibilidade de Recursos Nacionais**  
**Ação Preventiva.** Diversificar as fontes de recursos econômicos e financeiros para implementação do Programa, sejam recursos municipais, estaduais, federais e internacio-

**Tabela 2** Plano de Resposta a Ocorrência de Riscos do Programa Juntos pelo Araguaia

Plano de resposta à ocorrência de riscos		Ação mediante risco identificado		
Item	Título	Preventiva	Reparadora	Mitigadora
1.	Indisponibilidade de recursos nacionais			
2.	Percepção internacional sobre a Agenda Ambiental Brasileira (Recursos)			
3.	Capacidade de contratação e repasse de recursos			
4.	Mudança de governo federal			
5.	Mudança de governo estadual			
6.	Mudança de governo municipal			
7.	Baixa adesão de dos proprietários rurais			
8.	Baixa adesão e participação social e comunitária			
9.	Ocorrência de evento climático negativo			
10.	Limitada capacidade de local de replicação / governo			
11.	Limitada capacidade de local de replicação / social			
12.	Limitada velocidade de resposta / governo			
13.	Limitada velocidade de resposta / social			
14.	Interrupção do apoio das federações estaduais de agricultura			
15.	Capacidade de criação de sinergias entre os estados			
16.	Indisponibilidade de áreas prioritárias selecionadas			
17.	Indisponibilidade de financiamento para ações sustentáveis no Cerrado			
18.	Baixa capacidade técnica e experiência das instituições executoras			

nais, o que inclui a possibilidade de recursos privados, editais internacionais, fundos internacionais não reembolsáveis e parcerias estratégicas. É recomendável ainda a definição de uma estratégia de captação de recurso para o Programa e aportes estaduais. Recomenda-se ainda a articulação com o Governo Federal para que sejam via-

bilizados os recursos pactuados quando do lançamento do Programa em 2019.

- **Percepção Internacional sobre a Agenda Ambiental Brasileira (Recursos)**  
**Ação Mitigadora.** Iniciar Plano de Comunicação para difusão do Cerrado, no cenário internacional, como área mais relevan-

te do mundo para produção de alimentos e a importância da provisão de água em quantidade e qualidades para comunidades, produtores rurais e agronegócio. Há países mais propensos a investir no Brasil e no Cerrado. Esses devem ser os primeiros a serem trabalhados através de suas representações / embaixadas, em eventos

de comunicação e difusão das demandas e do potencial do Cerrado.

- **Baixa Capacidade de Contratação e Repasse de Recursos para Implementação Rápida do Programa**

**Ação Preventiva.** Estabelecer processos e procedimentos pactuados conjuntamente com os estados, para o Programa, que permitam realizar as provisões orçamentárias e repasses previstos antes do início da implementação do Juntos pelo Araguaia para garantir o fluxo contínuo de repasse como previsto no planejamento do Programa.

- **Mudança de Governos Municipais, Estaduais e Federal**

**Ação Preventiva.** Converter o Programa Juntos pelo Araguaia como política pública de Estado, e não de governo, e divulgar os resultados e benefícios econômicos, sociais e ambientais para os estados de Goiás e Mato Grosso.

- **Baixa Adesão dos Proprietários Rurais**

**Ação Preventiva.** Difundir junto aos produtores rurais e agricultores os benefícios do Programa.

- **Baixa Adesão e Participação Social & Comunitária**

**Ação Preventiva.** Realizar evento de mobilização e conscientização sobre o Juntos pelo Araguaia e seus benefícios locais.

- **Ocorrência de Evento Climático Negativo**

**Ação Preventiva.** Identificar tecnologias adaptadas à realidade ambiental para produção de espécies nativas, prevenção de erosão e enchentes.

- **Limitada Capacidade Local de Replicação / Governo**

**Ação Preventiva.** Difundir junto aos produtores rurais e agricultores os benefícios do Programa.

- **Limitada Capacidade Local de Replicação / Social**

**Ação Preventiva.** Difundir junto aos produtores rurais e agricultores os benefícios do Programa.

- **Limitada Velocidade de Resposta / Governo**

**Ação Preventiva.** Fortalecer a participação e efetividade do Conselho Deliberativo junto aos Governos Estaduais.

- **Limitada Velocidade de Resposta / Social**

**Ação Preventiva.** Difundir junto aos produtores rurais e agricultores os benefícios do Programa.

- **Interrupção do Apoio das Federações Estaduais de Agricultura**

**Ação Preventiva.** Difundir junto aos produtores rurais e agricultores os benefícios do Programa.

- **Capacidade de Criação de Sinergias entre os Estados**

**Ação Preventiva.** Elaborar o Plano de Trabalho Anual com forte destaque à cooperação entre os estados e intensificar as comunicações e reuniões periódicas, mesmo antes do início do Programa.

- **Indisponibilidade nas Áreas Prioritárias Seleccionadas**

**Ação Reparadora.** Revisar o diagnóstico de áreas prioritárias incluindo indicadores de viabilidade.

- **Indisponibilidade de Financiamento para Ações Sustentáveis no Cerrado**

**Ação Reparadora.** Promover o Programa como política de Estado, inclusive como sinergias para as linhas crédito e financiamento para produtores rurais e agronegócio.

- **Baixa capacidade técnica e experiência das instituições executoras**

**Ação Preventiva.** Iniciar imediatamente o processo de identificação de instituições com capacidade de contribuir efetivamente para a execução do Programa.

**Tabela 3** Plano de Resposta a Ocorrência de Riscos do Programa Juntos pelo Araguaia

Plano de resposta à ocorrência de riscos		Ação mediante risco identificado		
Item	Título	Preventiva	Reparadora	Mitigadora
1.	Diversificação das fontes de recursos econômicos e financeiros para implementação do Programa			
2.	Elaboração do Plano e Comunicação para difusão no Cerrado			
3.	Estabelecimento de processos e procedimentos que permitem realizar provisões e repasses previstos			
4.	Promoção do Programa como política de Estado e divulgação dos seus resultados e benefícios			
7.	Difusão junto aos produtores rurais e agricultores dos benefícios do Programa			
8.	Realização de evento de mobilização e conscientização sobre o Programa e seus benefícios locais			
9.	Identificação de tecnologias adaptadas a realidade ambiental local			
12.	Fortalecimento da efetividade do Conselho Deliberativo junto aos Governos Estaduais			
15.	Elaboração do Plano de Trabalho Anual com forte destaque à cooperação			
16.	Revisão e diagnóstico de áreas prioritárias incluindo indicadores de viabilidade			
18.	Desencadeamento do processo de identificação de seleção das instituições executoras			

## ANEXO 6 MANUAL DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Este manual visa apresentar as funcionalidades do Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia.

### METODOLOGIA GERAL

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá possuir um extenso conjunto de funcionalidades, de tal forma que consiga atingir toda a amplitude de ações do Programa.

Além das funcionalidades comuns dos sistemas de informações geográficas, tais como aquisição, conversão, armazenamento, gerenciamento, documentação, manipulação, consultas, visualização, processamento e exibição de dados e informações geográficas, em estruturas vetorial e matricial, o Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá conter funcionalidades específicas para atender as necessidades do Programa. Essas funcionalidades deverão ser materializadas computacionalmente, por meio da elaboração de codificação computacional para a construção e/ou integração de programas computacionais específicos.

O Sistema de Informações Juntos pelo Araguaia deverá conter funcionalidade para análises da paisagem. Essas análises visam à otimização dos investimentos de revitalização ambiental, para selecionar as melhores áreas a serem recuperadas, as melhores ações de revitalização, as espécies adequadas para a recuperação e o melhor impacto ambiental positivo. Para isso, o SIG do Programa Juntos pelo Araguaia realizará o processamento de dados geográficos em escala regional e local.

Os processamentos para seleção de áreas de interesse para revitalização ambiental, em escala geográfica regional, poderão utilizar como base a metodologia desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa (FERREIRA NETO et al., 2020). Apesar de essa metodologia já ter sido aplicada na área atual do Programa Juntos de Araguaia, a expectativa é que em tempos futuros o Programa tenha a sua abrangência geográfica aumentada, sendo necessária a realização de mapeamentos de novas áreas prioritárias pela bacia do Rio Araguaia.

No caso de adesão de propriedades rurais ao Programa Juntos pelo Araguaia, a propriedade rural poderá ser mapeada com o uso de veículos aéreos não tripulados ou por meio de imagens satelitárias de alta resolução. Nesse

caso, o SIG-Araguaia deverá ter disponível um módulo para seleção local de áreas para recuperação. Nesse caso, a imagem de alta resolução (satelitária ou aérea) deverá ser processada com o intuito de se produzir um mapa de uso e cobertura do solo da propriedade rural. Além disso, deverão ser realizados processamentos de dados altimétricos da propriedade rural para se produzirem dados geomorfológicos da propriedade, utilizando-se metodologias desenvolvidas por Wang, L. & H. Liu (2006), Boehner, J. & Selige, T. (2006) e Wood, J. (2009), para realizar classificações de formas de relevo, identificar o potencial de acúmulo de umidade conforme o relevo e mapear os locais com alto potencial de ocorrência de processos erosivos. Os dados geomorfológicos devem ser espacialmente integrados com dados de uso e cobertura dos solos, além de elementos de infraestrutura, tais como proximidade de edificações e de estradas. Na análise, é necessário considerar também a hidrografia local, além de outros dados temáticos, mesmo em escala cartográfica de menor nível de detalhamento.

Para a análise das espécies da flora mais indicadas para as ações de restauração florestal de áreas degradadas, indica-se que sejam incorporadas ao SIG-Araguaia ferramentas

computacionais de modelagem espacial de nicho ecológico ou similares. Essas ferramentas avaliam a paisagem de áreas de vegetação remanescentes nas proximidades das áreas que devem ser restauradas. Em seguida, a ferramenta computacional avalia, para as áreas nativas remanescentes, as características geomorfológicas do relevo, dos solos, do clima, da hidrografia. Após essas avaliações, a ferramenta computacional produz um modelo probabilístico para cada tipo de cobertura vegetal, para cada área que deve ser revitalizada. Um dos modelos indicados para essa funcionalidade do SIG-Araguaia é da máxima entropia.

Em relação às ações de revitalização nas rodovias rurais, o SIG-Araguaia poderá incorporar a metodologia denominada *FlowAccRoad*, que é formada por um conjunto de algoritmos hidrológicos e topográficos que visa identificar pontos de risco relacionados à intersecção das estradas não pavimentadas com o escoamento superficial concentrado.

Esses pontos de risco são os locais com escoamento de maior vazão, processos erosivos, buracos, atoleiros e alagamentos. Nesse sentido, a aplicação do método *FlowAccRoad* permite auxiliar os gestores na identificação desses pontos para a correta implantação de

obras hidráulicas, como bacias de captação, bueiros, galerias pluviais, sarjetas, pontes, entre outros. Do ponto de vista ambiental, possibilita-se também a identificação de locais para armazenamento de água (barraginhas) e de possíveis assoreamentos, os quais podem causar poluição e interferência na qualidade hídrica dos corpos hídricos.

Após as ações de restauração, é necessário realizar o cadastramento de tais ações. Esses cadastramentos poderão ser realizados de várias formas, será possível utilizar receptores GNSS, ou aplicativos do SIG-Araguaia Mobile em smartphones, ou ainda veículos aéreos não tripulados. O modelo de dados do cadastramento das ações de restauração será apresentado no próximo relatório. Porém, em resumo, esses dados conterão o tipo de ação de restauração, as dimensões das áreas restauradas, as espécies utilizadas na restauração, o período de tempo da restauração, o custo financeiro da restauração, fotografias da restauração, entre outros dados necessários para o completo cadastramento.

Os dados cadastrais das ações de restauração ambiental serão armazenados no banco de dados geográficos do SIG-Araguaia e estarão disponíveis na aplicação web.

De posse dos dados cadastrais das ações de restauração ambiental, os usuários do SIG-Araguaia poderão realizar os monitoramentos periódicos das áreas e obras de restauração ambiental. Esses monitoramentos poderão ser realizados em diversas resoluções temporais. O monitoramento de focos de calor pode ser feito diariamente, com base em dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O SIG-Araguaia deverá considerar a resolução espacial de 1 km para a avaliação espacial dos focos de calor para as análises espaciais das áreas restauradas.

Outro monitoramento de alta resolução temporal a ser realizado via SIG-Araguaia, utilizando-se computação em nuvem, é o de combustível de biomassa. O objetivo desse monitoramento é verificar a quantidade de material combustível, gerado principalmente pela falta de chuva, disponível nas proximidades das áreas restauradas. Se a quantidade de combustível for grande, poderão ser indicadas algumas ações de prevenção de incêndios florestais, tais como a implantação de aceiros, ou ainda a execução de queimadas prescritas.

Para o monitoramento de combustíveis, podem-se utilizar imagens obtidas pelo satélite Sentinel-2, com resolução espacial de 10

metros, fazendo o processamento em nuvem computacional. Por meio de álgebra de bandas espectrais, é possível obter produtos que possibilitam avaliar a variação temporal e espacial de índices espectrais relacionados com a concentração de combustíveis nas proximidades dos locais de restauração ambiental.

Um desses índices é o NDWI, que envolve as bandas espectrais de infravermelho próximo e infravermelho de curto comprimento de onda, conforme se pode observar na equação 1:

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$

sendo que:

*NIR* é a banda espectral na região do infravermelho próximo, e *SWIR* é a banda espectral na região do infravermelho de ondas curtas.

Com o NDWI, é possível mapear a variação da umidade na paisagem, fazendo esse mapeamento, ao longo do tempo, tem-se também a variação no tempo.

Outro índice a se utilizar no monitoramento de combustíveis na paisagem é o PSRI, que faz o mapeamento da reflectância da senescência

da vegetação. O PSRI é obtido pela razão entre a diferença das bandas espectrais vermelha e verde, com a banda espectral entre vermelho e infravermelho próxima (*red edge*), equação 2:

$$PSRI = \frac{RED - GREEN}{REDEGE} \quad (2)$$

Esses índices podem ser aplicados individualmente ou ainda integrados, para o mapeamento de combustíveis. Se a concentração de combustíveis nas proximidades das áreas restauradas for alta, colocando essas áreas em risco de incêndio florestal, pode-se optar por alguma ação preventiva, tais como a elaboração de aceiros, ou ainda a execução de queimadas prescritas, a fim de proteger as áreas restauradas.

Outro monitoramento relacionado com a ocorrência de fogo, a ser realizado pelo SIG-Araguaia é o mapeamento e análise geométrica das cicatrizes de áreas queimadas nas proximidades das áreas restauradas. O mapeamento das cicatrizes de áreas queimadas pode ser realizado utilizando-se o NDWI. Se o índice for empregado antes e depois da ocorrência de fogo e então for mapeada a diferença entre os dois mapeamentos, será possível obter a distribuição espacial da intensidade do fogo nas cicatrizes das áreas queimadas. Observando-

se a geometria das cicatrizes, é possível verificar a origem e a direção da evolução do fogo, o que serve para avaliar os riscos de ocorrência de incêndios nas áreas restauradas.

Ainda dentro das funcionalidades de monitoramento ambiental, o SIG-Araguaia deverá ter ferramentas para o mapeamento de alterações da cobertura e do uso do solo nas proximidades e nas sub-bacias hidrográficas onde será realizado o Programa Juntos pelo Araguaia. O mapeamento de alterações da cobertura e do uso do solo tem dois objetivos, o primeiro deles é avaliar o risco de comprometimento das áreas e ações de recuperação ambiental do Programa; o segundo objetivo é de se ter dados atualizados para avaliar a evolução ambiental nos recursos hídricos e edáficos nas sub-bacias hidrográficas. Se, por um lado, as ações de recuperação ambiental do Programa Juntos pelo Araguaia podem produzir impactos positivos; por outro lado, alterações na cobertura e no uso do solo causadas pelas atividades agropecuárias, de implantação de infraestruturas e urbanização podem produzir impactos negativos.

O mapeamento de alterações da cobertura e do uso do solo em toda a área de atuação do Programa Juntos pelo Araguaia será realizado

por meio do processamento, em tecnologia de nuvem, de imagens satelitárias, com resolução temporal específica. Deverão ser utilizadas imagens obtidas pelos satélites da série Landsat e/ou Sentinel, ou ainda de melhor resolução espacial. Em áreas específicas, conforme for a necessidade, o mapeamento da cobertura e do uso do solo poderá ser feito com base em imagens obtidas por veículos aéreos não tripulados.

Finalmente, o último tipo de monitoramento considerado no SIG-Araguaia é o local, onde serão utilizadas as aplicações *mobile* para informar aspectos das áreas revitalizadas, informando a localização por meio de coordenadas, além do preenchimento de um formulário a respeito da situação das áreas revitalizadas, com a possibilidade de inserção de fotografias e vídeos.

A última funcionalidade do SIG-Araguaia é a de modelagem de água e solo na área de atuação do Programa Juntos pelo Araguaia. Essa modelagem busca reproduzir, em ambiente computacional, as interações entre todas as variáveis ambientais. Em bacias hidrográficas, são, portanto, considerados os aspectos pedológicos, o relevo, a cobertura e uso dos solos, além de aspectos climáticos (temperatura,

precipitação, evapotranspiração, entre outros). A modelagem tem como resultado a estimativa de elementos hidrológicos tais como escoamento superficial e vazão, movimentação de sedimentos, além de estimar quantitativamente outros elementos relacionados com o uso do solo, tais como ureia, coliformes, nitrogênio, fósforo e potássio. Sendo assim, a ferramenta de modelagem será capaz de estimar as alterações na qualidade e quantidade de água, além da produção de sedimentos nas áreas de atuação do Programa.

### O QUE FAZER

O Programa Juntos pelo Araguaia envolverá diversas instituições dos estados de Goiás e Mato Grosso, além do governo federal. As expectativas do Programa Juntos pelo Araguaia é de que as ações de revitalização ambiental, na área de interesse, resultem em incrementos na disponibilidade de água com qualidade para apoio e fortalecimento dos serviços ecossistêmicos, garantindo a segurança hídrica para o abastecimento humano e das atividades agropecuárias na bacia.

As áreas a serem revitalizadas totalizam 10 (dez) mil hectares e estarão localizadas na porção da bacia do Alto Araguaia, sendo que 5 (cinco) mil hectares estarão posicionados no

estado de Goiás, e os 5 (cinco) mil hectares resultantes estarão no estado de Mato Grosso.

A revitalização dessas áreas requer um eficiente controle espacial, para localizar precisamente as áreas a serem revitalizadas, cadastrar todas as ações de revitalização realizadas, monitorar sistematicamente as áreas revitalizadas e avaliar as consequências ambientais das ações de revitalização.

Sendo assim, a implantação de um Sistema de Informações Geográficas, que tenha utilização multi-institucional, com tecnologia acessível e contemple múltiplas plataformas tecnológicas, se faz necessário para o pleno êxito do Programa Juntos pelo Araguaia.

Assim, foram consideradas as seguintes características para o SIG-Araguaia:

- Sistema de Informações Geográficas que atue na escala geográfica do Programa Juntos pelo Araguaia e suporte múltiplas escalas cartográficas.
- Sistema de Informações Geográficas que atue em múltiplas plataformas computacionais.
- Sistema de Informações Geográficas que permita a integração, para compartilhamento de dados e informações, com ou

tros Sistemas de Informações Geográficas que atuem em múltiplas escalas geográficas e cartográficas.

- Sistema de Informações Geográficas que permita a integração e o desenvolvimento de aplicativos de análises temáticas.
- Sistema de Informações Geográficas baseado nos padrões e tecnologias do Open Geospatial Consortium (OGC).
- Banco de dados geográficos único, que suporte múltiplas estruturas de dados e múltiplas escalas cartográficas, com possibilidade de ampliação de escala geográfica.
- Sistema de Informações Geográficas que permita a atualização do banco de dados geográficos, e de seus respectivos metadados, executada diretamente pela fonte.
- Sistema de Informações Geográficas que atenda os quesitos de segurança e integridade de dados e usuários.
- Sistema de Informações Geográficas que permita a implementação por etapas e fases.
- Sistema de Informações Geográficas de tecnologia aberta que permita a inclusão de novos dados, informações, aplicativos e funcionalidades a qualquer tempo.
- Sistema de Informações Geográficas que atenda os diversos níveis de usuários.

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deve fornecer informações geograficamente referenciadas para todas as instituições públicas, privadas e não governamentais que necessitem de tais informações. Além disso, as instituições deverão e poderão inserir dados de diferentes maneiras, seja por acesso direto aos equipamentos do sistema, seja por equipamentos remotos, conectados via Internet.

Além de todos os grupos de instituições, o Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia ainda possibilitará a disponibilização de informações geograficamente referenciadas para o público em geral, via Internet.

Os vários usuários do Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverão ter vários níveis de interação com o sistema, sendo eles:

- análises da paisagem na identificação e priorização de áreas de interesse para revitalização e quais as espécies da flora mais indicadas para o processo;
- cadastramento de áreas em processo de revitalização e das espécies utilizadas, na identificação de outros tipos de ações de contenção de processos de degradação ambiental;

- monitoramento contínuo de áreas e obras de revitalização, com possibilidade de intervenções preventivas;
- avaliação dos impactos no ambiente após as ações de revitalização; e
- visualização e consulta das ações de revitalização do Programa Juntos pelo Araguaia.

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá atender a todos os níveis de usuários, para que eles produzam e utilizem as informações geograficamente referenciadas com as qualidades geométricas, temáticas, topológicas e temporais necessárias; assim, o Sistema deverá ser construído considerando-se múltiplas plataformas tecnológicas.

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá ter um banco de dados geográficos específico, que poderá ser replicado nas várias instituições estaduais dos estados de Goiás e Mato Grosso, além de instituições federais interessadas no Programa Juntos pelo Araguaia. O banco de dados geográficos deverá estar de acordo com os protocolos do Open Geospatial Consortium para que tenha tecnologia aberta e possa se integrar a outros sistemas de informações de qualquer parte do mundo. Essa possibilidade

de compartilhamento de dados é muito importante, pois, em iniciativas futuras em esferas municipais, estaduais, regionais e nacional, os dados geográficos das áreas e ações de revitalização poderão ser acessados e considerados em análises espaciais.

O banco de dados geográficos do Programa Juntos pelo Araguaia deverá ser configurado para todos os dados estarem cartograficamente na projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator, no fuso 22 e sistema de referência geodésico SIRGAS-2000, conforme determinação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Os processamentos de dados geográficos de alta complexidade e também as operações de criação, manutenção e documentação do banco de dados geográficos deverão ser realizados por aplicações *desktop*, a partir de usuários especializados nas temáticas de geoprocessamento e revitalização ambiental. As ferramentas específicas de processamento complexo de dados geográficos estão descritas neste Projeto Executivo.

O Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia deverá contar com uma aplicação mobile, para as plataformas iOS

e Android. Essa aplicação terá dois módulos, sendo um deles destinado a cadastramento de espécies utilizadas na revitalização, de áreas de revitalizadas ou de obras de revitalização; o outro módulo, de monitoramento de espécies, áreas e obras de revitalização. Os módulos da aplicação mobile terão acesso ao banco de dados geográficos e também poderão inserir dados cadastrais e de monitoramento no banco de dados. A aplicação mobile se destinará aos trabalhos de campo, que poderão ser executados por técnicos especializados ou pessoas devidamente capacitadas.

Todos os dados e as informações geograficamente referenciadas do Programa Juntos pelo Araguaia poderão ser disponibilizadas para acesso via Internet. Para isso, o Sistema de Informações Geográficas do Programa Juntos pelo Araguaia contará com uma aplicação web, por meio da qual será possível realizar visualizações e consultas dos dados e informações atualizadas das ações de revitalização ambiental do Programa Juntos pelo Araguaia. A aplicação poderá ter níveis de acesso aos dados e informações, conforme as necessidades das instituições estaduais, municipais e proprietários rurais.

Além disso, a aplicação web ainda disponibilizará os metadados das várias camadas de da-

dos geográficos, em estrutura vetorial e matricial, podendo também possibilitar o download desses dados, conforme as determinações das instituições envolvidas no Programa Juntos pelo Araguaia.

## COMO FAZER

Os aplicativos do SIG-Araguaia deverão ser desenvolvidos, documentados e testados por uma equipe especializada em desenvolvimento de aplicativos para Sistema de Informações Geográficas. Assim como a organização da base de dados e a manutenção do sistema.

O SIG-Araguaia deverá conter a seguinte composição de dados e informações:

### 1 Representação Territorial

- 1.1 Limite da área do Programa Juntos pelo Araguaia
- 1.2 Limites municipais
- 1.3 Setores censitários

### 2 Altimetria e Geomorfometria

- 2.1 Curva de nível
- 2.2 Curva de depressão
- 2.3 Ponto cotado
- 2.4 Banco de Areia
- 2.5 Afloramento rochoso
- 2.6 Declividade
- 2.7 Curvaturas (plana e de perfil)
- 2.8 Acumulação hídrica pelo relevo

2.9 Comprimento de rampa	6.2 Usos dos solos	8.13 Estações meteorológicas e hidrológicas
2.10 Exposição a fluxos de ar	<b>7 Mapeamento do Meio Físico</b>	<b>9 Dados Socioeconômicos</b>
2.11 Formas de relevo	7.1 Geologia e lineamentos geológicos	9.1 Demografia
<b>3 Referenciais Geodésicos</b>	7.2 Geomorfologia	9.2 Condições de vida
3.1 Vértices geodésicos	7.3 Pedologia	9.3 Habitação
3.2 Referência de nível	7.4 Hidrogeologia	9.4 Renda
<b>4 Hidrografia</b>	<b>8 Monitoramento Ambiental</b>	9.5 Infraestrutura
4.1 Curso d'água com topologia de conectividade e direção	8.1 Áreas de Risco	9.6 Educação
4.2 Margens (equivalente a cursos d'água)	8.1.1 Escorregamentos	<b>10 Cadastro do Programa Juntos pelo Araguaia</b>
4.3 Distância vertical até os canais	8.1.2 Erosões	10.1 Áreas prioritárias para recuperação ambiental
4.4 Sub-bacias hidrográficas	8.1.3 Alagamentos e inundações	10.2 Mapeamento fundiário
4.5 Poços	8.2 Áreas de proteção ambiental	10.3 Áreas em recuperação ambiental
4.6 Pontos e bacias de captação e água para abastecimento municipal	8.2.1 Áreas de Preservação Permanente	10.4 Dados aerofotogramétricos (altimetrias e ortofotos)
4.7 Sumidouro	8.2.2 Unidades de Conservação	
4.8 Corpo d'água	8.2.3 Populações tradicionais	
4.9 Formação hídrica	8.3 Áreas de disposição de resíduos sólidos	
4.10 Ilha	8.4 Mapeamento temporal da umidade na vegetação	Também a esse conjunto de dados poderão se agregar, se necessário, ao grupo de dados com enfoque em dados municipais, itens tais como:
<b>5 Infraestrutura</b>	8.5 Mapeamento temporal de vegetação senescente	<b>11 Edificações</b>
5.1 Edificações de referência e equipamentos urbanos	8.6 Precipitação	11.1 Edificações residenciais, comerciais, industriais e outras com atributos de categoria.
5.2 Rodovias	8.7 Evapotranspiração	
5.2.1 Trilhas e picadas	8.8 Temperatura de superfície	
5.3 Ponte, viaduto, túnel, pinguela e passarela	8.9 Velocidade eólica	
<b>6 Mapeamentos Temporais do Uso e Cobertura dos Solos</b>	8.10 Locais de disposição ou tratamento de efluentes	Atualmente, há vários outros Sistemas de Informações Geográficas e bancos de dados geográficos que abrangem a área geográfico
6.1 Fitofisionomias nativas	8.11 Focos de calor e cicatrizes de fogo	
	8.12 Desmatamentos	

do Programa Juntos pelo Araguaia. Dessa forma, é importante que o SIG-Araguaia tenha a capacidade de compartilhar dados e informações com esses outros sistemas.

O mecanismo de integração do SIG-Araguaia deve estar em consonância com a proposta nacional de Infraestrutura Nacional de Dados Espacial (INDE).

No esquema apresentado, as Secretarias de Meio Ambiente exercerão as funções de:

- autenticar usuários;
- controlar o acesso às informações armazenadas nos catálogos globais;
- processar as requisições geradas pela camada de aplicações;
- agregar metadados dos catálogos dos servidores remotos; e
- outras funções de administração.

O catálogo global de metadados, o de servidores e o servidor aplicações web também serão de responsabilidade das Secretarias Meio Ambiente dos dois estados.

O catálogo global de metadados armazenará os metadados, tanto de dados quanto de serviços geoespaciais, colhidos de todos os nós provedores de dados geoespaciais. Deve-

rá operar com metadados compatíveis com a Norma ISO 19115/2003.

A integração entre as bases de dados das várias instituições deverá ocorrer por meio de protocolos da *Open Geospatial Consortium*.

Como possibilidade de adoção de programas computacionais como plataformas para o desenvolvimento do SIG-Araguaia, seguem estas sugestões:

- **O Sistema Gerenciador de Banco de Dados:** seguindo recomendação, com capacidade para armazenar os dados espaciais e alfanuméricos de maneira uniforme.
- **Programa computacional para SIG:** o qual deverá utilizar tecnologias aderentes aos padrões de desenvolvimento para web, compatível com padrões abertos de interoperabilidade OGC.
- **Para as aplicações web do SIG-Araguaia, recomenda-se a adoção dos seguintes programas computacionais:**
  - o Sistema Gerenciador de Banco de Dados com módulo espacial;
  - o Servidor de mapas (WMS);
  - o Servidor de metadados;
  - o Servidor HTTP;
  - o Plataforma de desenvolvimento de aplicação mobile.

É conveniente contar com servidores dotados de dois processadores, cujo detalhamento, de configurações mínimas, é dado a seguir:

- Dois processadores 64-bits e com clock de, no mínimo, 2.66 GHz, Front Side Bus com velocidade mínima de 1333 MHz.
- Possuir memória cache de, no mínimo, 12MB L2.
- Deverá ser fornecido com, no mínimo, 32 gigabytes de memória RAM.
- A memória RAM deve permitir implementação de tecnologias ECC (*Error Checking and Correction*), permitindo a integridade de dados do sistema e prevenção de erros nas memórias DIMM.
- Possuir duas fontes de alimentação de, no mínimo, 750 W redundantes e hot swap (N+1) com suporte a bivolt automático 110/220 V.
- Possuir ventiladores redundantes e *hot swap*.
- Deverão ser fornecidos com quatro portas Gigabit Ethernet 10/100/1000 BaseT.
- As portas de rede devem suportar *Trunking*, VLANs (802.1q), PXE e *Jumbo Frames*.
- Suporte de, no mínimo, oito VLANs por placa de rede.
- Possuir dois discos de 1 TB.
- Expansibilidade no mesmo gabinete de, no mínimo, seis discos, por simples adição e

sem remoção de itens da configuração proposta em Edital.

- Possuir controladora RAID interna, padrão SAS, com, no mínimo, 256 MB de cachê e suportando os tipos de RAID 0, 1, 0 + 1 e 5.
- Permitir migração *on-line* do tipo de RAID.
- Deverão ser fornecidos com duas placas *Fibre Channel Host Bus Adapter* 4 GB para conexão à rede Storage Area Network (SAN).
- Possuir interface de gerenciamento remoto integrada.
- Possuir porta RJ45 para gerenciamento remoto.
- A interface de gerenciamento remoto deve permitir a criação de diferentes contas de acesso remoto, suportando, no mínimo, cinco usuários.
- Suportar configuração via DHCP.
- Acesso criptografado via SSH e SSL.
- A interface de gerenciamento remoto integrada deve ser do mesmo fabricante do servidor.
- Permitir acesso via *browser* e linha de comando.
- Possuir, no mínimo, três *slots* PCI-Express, sendo, no mínimo, dois *slots* PCI-e x4 e um *slot* PCI-e x8.
- Possuir uma unidade interna de DVD-ROM com velocidade de, no mínimo, 24 vezes

para leitura de CD-ROM e de, no mínimo, oito vezes para DVD-ROM.

- Ter, no mínimo, uma porta *serial*.
- Possuir, no mínimo, cinco portas USB 2.0 (duas frontais, duas traseiras e uma interna).
- Suporte ao padrão Automatic System Recovery (ASR) ou similar.
- O equipamento ou o fabricante deverá possuir ISO 9001.
- A BIOS do servidor deve ser do mesmo fabricante do servidor.
- Garantia de três anos, período de 24 horas, sete dias por semana, com tempo de resolução de seis horas a partir da abertura do chamado.
- Capacidade de Armazenamento de Dados / Informações: Sistema de Armazenamento de Dados, do tipo Storage Area Network (SAN), que é altamente escalável. A seguir, uma especificação básica:
  - o Deverá possuir a capacidade de expansão total para, no mínimo, 96 baias de disco *fibre channel*, sem a necessidade de expansão em sua capacidade de processamento, I / O ou memória.
  - o Fontes de alimentação redundantes tipo *hot swap* ou *hot plug*. Deverão ter redundância às fontes de alimentação as controladoras e os ventiladores.

- o Toda a arquitetura do *storage* não deverá ter ponto único de falha.
- o Controladoras RAID, no mínimo duas, redundantes e com as seguintes características. Cada controladora deverá:
  - ter, no mínimo, uma porta para conexões FC-AL (*device ports*) com tecnologia "*Fiber Channel*" de 400 MB/s (4 Gbps) por controladora;
  - ter, no mínimo, duas portas para conexões FC-SW (*host ports*) com tecnologia "*Fiber Channel*" de 400 MB/s (4 Gbps) por controladora;
  - ter, no mínimo, uma porta de conexão para o *Back End*, para conexão aos discos, com velocidade de 4 GB/s em cada porta, fazendo com que cada disco rígido do sistema seja acessado por todas as controladoras. Também serão considerados equipamentos com banda agregada de pacote de dados de oito GB a serem distribuídos entre as controladoras do *Back End*;
  - ter capacidade de suporte a interface iSCSI compatível com Windows e Linux;
  - ter suporte de, no mínimo, 512 LUNs;
  - ter memória *cache* total para escrita e leitura com capacidade mínima de dois GB por controladora;

- ter recurso que garanta a integridade dos dados de escrita através de bateria de *back-up*, com autonomia de, no mínimo, 96 horas ou que possua algum mecanismo de gravação em disco dos dados que estavam em *cache* antes de a unidade ser desligada;
- ter recurso que garanta a integridade dos dados de escrita por meio de técnica de espelhamento de “cachê”;
- suportar, simultaneamente, a implementação dos níveis de proteção de dados RAID 0, 1, 5 ou VRAID 0, 1 e 5;
- possuir fontes de alimentação e ventiladores redundantes de tecnologia *hot plug* ou *hot swap*;
- suportar as velocidades dos discos rígidos FC de 10.000 e 15.000 RPM simultaneamente na mesma gaveta de discos do subsistema de *storage*, sem perda de desempenho;
- suportar discos com capacidade e tecnologias diferentes, padrões *Fibre Channel* e *Fibre Channel ATA* (FATA) ou SATA2;
- ter unidades para discos rígidos (gavetas) com, no mínimo, 12 baias *hot plug* / *hot swap*;
- ter instalada a quantidade necessária

- de unidades (gavetas ou *enclosures*) para acomodar os discos ofertados;
- fornecer todos os cabos e seus conectores necessários ao seu funcionamento e desempenho das funcionalidades necessárias para a ligação dos equipamentos ofertados;
- ter integradas ao *SAN Storage* gavetas de discos, através de conexões *fibre channel* diretamente com o *back-end* do mesmo;
- possuir duas fontes de alimentação redundantes, tipo *hot plug* ou *hot swap*;
- possuir dois *switches* para conexão na rede SAN, cada um com, no mínimo, dezesseis portas *Fibre Channel*, com fonte, velocidade mínima de quatro gigabits por segundo cada porta, não sendo permitido o compartilhamento dessa velocidade entre duas ou mais portas;
- ter portas configuráveis para uma velocidade fixa;
- ter todas as portas capazes de sustentar a velocidade máxima (4 Gbps) simultaneamente, ou seja, *full non-blocking switch*;
- possuir 16 cabos LC-LC de 15 metros e Gbics por *switch* ofertado;

- ser compatível para ser instalado em um *rack* de 19 polegadas;
- suportar a conexão e gerenciamento de acesso de todos os servidores que farão parte da SAN;
- ser ofertados, no mínimo, 18 discos rígidos FC de 400 GB com velocidade mínima de rotação de 10.000 RPM, para preenchimento da gaveta de disco;
- ser ofertados, no mínimo, 45 discos rígidos FATA ou SATA2 de 1TB, para preenchimento da gaveta de disco;
- todos os discos deverão ser *hot plug* ou *hot swap*.

Os programas computacionais de administração do *SAN Storage* deverão:

- suportar a gerência de todas as funcionalidades descritas para o *storage*, bem como para a SAN;
- permitir a administração centralizada, por meio de um console de gerência;
- fornecer *softwares* para o subsistema de discos que permita conexão de no mínimo 14 servidores sem necessidade de futuros *upgrades* de *software*;
- ser capazes de definir os volumes lógicos de armazenamento (LUNs) e especificar quais servidores são autorizados a acessá-los e

- quais as rotas de acesso (LUN masking e zoning);
- fornecer *softwares* de análise de desempenho e utilização do subsistema;
- possibilitar a rápida restauração do sistema através de *scripts* e *troubleshooting* de diagnósticos remotos;
- permitir total e plena disponibilidade das informações armazenadas);
- fornecer as atualizações corretivas e evolutivas dos programas computacionais durante o período de garantia;
- ofertar as licenças dos programas computacionais na modalidade de licenciamento perpétuo.

Especial atenção deve ser dada à interface da rede com ambiente Internet para a qual é apropriada a aquisição e/ou contratação de recursos de Appliance/Firewall, com as seguintes características:

- ser um sistema automatizado de *back-up*, no qual estejam integrados quatro drives do tipo LTO Ultrium geração atual, com desempenho mínimo de 120 MB/s e 432 GB/hora por *drive* sem compressão;
- ser um sistema automatizado de fitas cartucho, incorporando controladora robotizada e gabinete;

- possuir painel frontal para operações de configuração, diagnóstico e visualização de *status*;
- ter biblioteca interna de cartuchos de fita com mecanismo robotizado para a montagem automática dos cartuchos nas unidades de leitura / gravação sem a intervenção humana;
- possuir capacidade de armazenar, no mínimo, 96 slots de cartucho LTO Ultrium Geração 4 e 76 TBs sem compressão de dados;
- possuir leitora de código de barras para reconhecimento dos cartuchos através de leitura de labels com código de barras;
- possuir quatro unidades internas e independentes de leitura e gravação de tecnologia LTO, padrão Ultrium 4;
- possibilitar cada unidade de leitura e gravação LTO Ultrium 4 a montagem de qualquer cartucho de fita instalado na *tape library*;
- possibilitar a unidade LTO Ultrium 4 ser a leitura e gravação de unidades LTO-3 e ler unidades LTO-2;
- suportar taxa de transferência de dados nativa (sem compressão) de, no mínimo, 120 MB/s;
- fornecer todos os cabos necessários para pleno funcionamento da solução;
- possuir capacidade de manutenção e substituição de cartuchos, sem interrupção dos

- processos de *back-up* ou *restaure* em curso;
- permitir a limpeza automática dos drives;
- possuir calibração automática dos mecanismos de calibração dos cartuchos;
- possuir o equipamento ou o fabricante ISO 9001 ou 9002.

#### Cartucho de fita LTO:

- terão de ser fornecidas unidades de fitas novas, conforme sua capacidade de armazenamento de slots, primeiro uso, com tecnologia LTO padrão Ultrium 4 compatíveis com os equipamentos especificados;
- deverá ter capacidade de armazenamento mínimo de 800 GB sem compressão de dados e até 1.6 TB com compressão;
- Deverá possuir labels com código de barras para reconhecimento por parte da *Tape Library*;

#### Cartucho de limpeza:

- deverá ser compatível com as unidades internas de leitura e gravação contidas na *Tape Library* ofertada, conforme especificado;
- deverão ser fornecidas, pelo menos, duas fitas de limpeza novas, de primeiro uso, compatíveis com os equipamentos especificados.

Configuração para as duas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente

- (2) Servidores com dois processadores.
- (2) Sistema de armazenamento de dados *storage*.
- (2) *Tape Library*.
- (2) *Appliance*.

A seguir, encontra-se descrita a especificação do servidor de referência para a construção da componente web:

- Servidor para componente web e metadados;
- dois processadores de núcleo quádruplo (*quad core*) – Intel Xeon E5410 de 2.33 GHz;
- 64 GB de memória RAM usando padrão PC2-5300 DDR2, 667MHz FB-DIMM com característica Extended ECC (*Extended Error Correction Code*);
- Capacidade de expansão de memória RAM até 64 GB, sem a troca de componentes preexistentes;
- Dois discos rígidos SAS de 300 GB, 10 000 RPM, taxa de transferência mínima de 3 Gb/s;
- Controladora RAID por *hardware* que implementa RAID 0 e 1;
- Uma interface USB;
- Duas portas *fiber-channel full-fabric*, 4 Gb/s;
- Duas portas de rede Gigabit Ethernet elétricas compatíveis com IEEE 802.1q (multi-

VLAN) e IEEE 802.3ad (*link aggregation*), configuráveis para boot PXE;

- *Workstation* para processamento *desktop*
- Processador: geração mais recente;
- Memória RAM: 16 GB de memória;
- Memória SSD: 512 MB;
- 2 discos rígidos de 1 TB cada;
- Fonte de alimentação: duas fontes de alimentação redundantes e *hot swap*;
- Gabinete: do tipo torre, ventiladores redundantes do tipo *hot plug*, quantidade mínima de baias para *hard disks* igual a oito;
- Placa gráfica de vídeo de alto desempenho;
- Outros: Teclado, *mouse*, monitor de LED 21 polegadas;
- *Plotter* formato A0;
- 02 Switches: 24 portas FE, 02 portas GE, 02 slots Combo SFP, suporte QoS, suporte 802.1Q VLAN, recursos para administração;
- 02 *Nobreak* bivolt para laboratório de informática.

Para ocorrer, geograficamente, a gestão e a produção de dados e informações pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente de Goiás e Mato Grosso, será necessário que ocorra a transferência de conhecimentos científicos e tecnológicos acerca dos conceitos e operação do SIG-Araguaia. Dessa forma, propõe-se a

elaboração de um curso de especialização com carga horária mínima de 450 horas, na modalidade de ensino a distância, com possibilidade de alguns encontros presenciais.

A matriz curricular do curso deverá conter disciplinas básicas de geoprocessamento, tais como cartografia, sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas, além de disciplinas inerentes às atividades do programa Juntos pelo Araguaia, tais como monitoramento ambiental, análise da paisagem e modelagem de solo e água.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Equipamentos adquiridos e devidamente instalados nas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente de Goiás e Mato Grosso.
- Aplicativos desenvolvidos, testados, instalados e em funcionamento, para os vários níveis de usuários.
- Banco de dados geográficos, devidamente configurado, com dados geográficos armazenados, contendo protocolos para interoperabilidade.
- Pessoal técnico envolvido no Programa Juntos pelo Araguaia, capacitado em curso de Geoprocessamento Aplicado a Recuperação de Áreas Degradadas, na modalidade especialização.

- Sistema de Informações Geográficas SIG-Araguaia em pleno funcionamento, nos estados de Goiás e Mato Grosso.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.; GRIEBELER, N.; OLIVEIRA, M.; BOTELHO, T.; MOREIRA, A. (2019). Flow accumulation based method for the identification of erosion risk points in unpaved roads. **Environmental Monitoring and Assessment**. 191. 10.1007/s10661-019-7949-3.

BOEHNER, J.; SELIGE, T. (2006). Spatial Prediction of Soil Attributes Using Terrain Analysis and Climate Regionalisation. In: BOEHNER, J., MCCLOY, K.R.; STROBL, J.: 'SAGA – Analysis and Modelling Applications', **Goettinger Geographische Abhandlungen**, v.115, p.13-27.

FERREIRA NETO, J. A. (2020). **Metodologia de Definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental**. Universidade Federal de Viçosa e Ministério de Desenvolvimento Regional, Viçosa - MG.

PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E.. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, 190:231-259, 2006.

WANG, L.; LIU, H. (2006). An efficient method for identifying and filling surface depres-

sions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 20, n. 2: 193-213.

WOOD, J. (2009): Geomorphometry in Land-Surf. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. [Eds.] **Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science: Elsevier**, v. 33, 333-349.

## ANEXO 7

### MANUAL MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

Este manual visa contribuir para a identificação e quantificação da dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera dentro da microbacia hidrográfica do Alto Araguaia, considerando as intervenções de recuperação ambiental do Juntos pelo Araguaia. Para tanto, têm-se como objetivos:

- Instalar e manter, durante o período de vigência do Programa, equipamentos hidrometeorológicos na microbacia do Alto Araguaia, a fim de montar um banco de dados robusto, com o máximo de acurácia e precisão;
- Calcular balanços hídricos meteorológicos para as estimativas das entradas (chuva e irrigação) e saídas (evapotranspiração) de água da bacia hidrográfica;
- Determinar as variações de vazão dos cursos de água principais dentro da bacia hidrográfica, correlacionando-as aos dados de intervenções ambientais;
- Monitorar os níveis do lençol freático nas áreas de intervenção ambiental;
- Verificar se as intervenções ambientais influenciam na vazão das nascentes.

## 1. METODOLOGIA GERAL INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO

### ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

#### Descrição

Serão utilizadas estações meteorológicas automáticas completas, contendo medidas de precipitação pluviométrica, de velocidade e direção do vento, de temperatura e umidade relativa do ar e de radiação solar global. Essas medidas serão armazenadas em um sistema de *datalogger*.

*Datalogger*, bateria, controlador de carga da bateria e *modem* de transmissão de dados serão instalados em caixa em formato retangular, com porta frontal e um sistema de chave/ fechadura para garantir segurança aos componentes. A mesma deve ser robusta, em metal inoxidável, com proteção de alta durabilidade contra raios ultravioleta, ambientalmente selada, sendo à prova de chuva e de jatos d'água, de alta umidade, de poeira e de invasão de insetos, com pintura eletrostática a pó na cor branca. Juntamente com o sistema, deverá ser instalado sistema de proteção contra potenciais correntes induzidas por descargas elétricas, por meio de aterramento.

O sistema de aterramento tem como objetivos descarregar cargas estáticas acumuladas na estrutura da PCD e fornecer uma referência estável de tensão aos equipamentos. Esse sistema deve estar em conformidade com as normas NBR 13.571/96, 5426/85, 5456/87, 6006/80, ASTM E 478, UL-467 ou outras normas que assegurem igual ou superior qualidade.

O *datalogger* deverá ser composto por microprocessador, memória interna não volátil, canais de entrada necessários para conectar todos os sensores conforme demandas dos pontos de coleta, sendo elas precipitação pluviométrica, de velocidade e direção do vento, de temperatura e umidade relativa do ar e de radiação solar global para estação meteorológica automática completa e apenas pluviômetro para os demais postos de coleta; entrada serial padrão (incluindo cabo de comunicação) para conexão com computador portátil e canal de transmissão via satélite. O canal deverá, por meio da conexão com computador, permitir a execução de comandos para atualização de "FireWire"; programação das rotinas de coleta, armazenamento e transmissão dos dados.

A memória do *datalogger* deverá ter capacidade suficiente para armazenar os dados coletados por todos os sensores (6 no máximo), pelo

período mínimo de 1 (um) ano, considerando-se uma frequência de aquisição de 10 minutos. Além disso, deverá monitorar, armazenar e transmitir os dados relativos ao status da bateria (voltagem) e temperatura interna. O sistema será alimentado por captação de energia solar, via painel solar, com controlador de carga da bateria. O painel solar, o controlador de carga e a bateria deverão atender as demandas totais de energia do sistema *datalogger* e dos demais sensores incluídos em cada ponto de coleta.

Os sensores de medidas das variáveis climáticas devem apresentar as características apresentadas a seguir:

- Pluviômetro: *Tipping-Bucket Rain Gauge* (TBRG) composto de um conjunto com base e coletor removível, com sistema de medição em balança; o coletor deve ter altura (interna) e ângulos internos que não favoreçam o respingo da chuva para fora do recipiente de captação com área de coleta entre 300 e 500 cm<sup>2</sup>; apresentar parafusos ou sistema similar (de aço inoxidável) para nivelamento do pluviômetro, incluindo bolha de nivelamento; construído em material resistente à corrosão; sensor com dispositivos de ajuste para balanceamento dos volumes das básculas, devendo as básculas vir de fábrica devidamente balancea-

das; possuir resolução mínima de 0,20 mm, faixa de medida de 0 a 150 mm hora<sup>-1</sup>, operando de 0 a 50°C; incerteza máxima de 3 e 5%, respectivamente, para intensidades de até e superior a 50 mm/hora;

- Piranômetro: possuir ângulo de medida de 180°; resposta espectral de 285 a 3.000 nm; temperatura de operação de -40 e +80°C; erro de medida menor que 2%; compatível com o sistema *datalogger* para coleta de dados;
- Sensor de temperatura do ar e umidade relativa: incluir o monitoramento de temperatura do ar e umidade relativa no mesmo sensor, bem como possuir abrigo meteorológico no formato de pratos; medidas de umidade relativa do ar entre 0 e 100%, erro menor que 1% e resolução de 0,01%, e temperatura do ar entre -40 e +70°C, com erro menor que 0,1°C e resolução de 0,01°C;
- Anemômetro: sensor deve incluir a medida de velocidade por meio de anemômetro de canecas e direção do vento medida por mecanismo com base em graus; operação deve ocorrer entre -50 e +50°C, com medida de velocidade entre 0 e 50 ms<sup>-1</sup>, com acurácia de 0,5 ms<sup>-1</sup> para velocidade e de 5° para direção.  
Obs: incluir todos os componentes e acessórios necessários para a correta instalação

junto ao tripé da estação meteorológica e funcionamento do equipamento em campo.

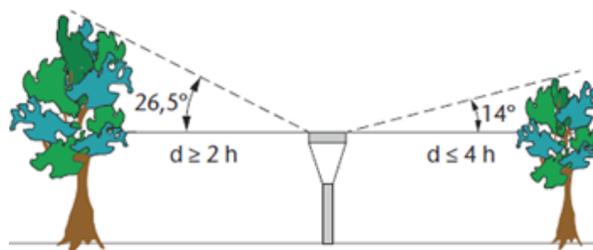
### Instalação

Cada estação meteorológica será instalada em área plana, nivelada, gramada (grama curta: 10,0 cm) e cercada (tela vazada: 1,0 m de altura). Essa área deverá ter, no mínimo, 70 m<sup>2</sup> (em local com pouca ou nenhuma interferência; caso contrário, mínimo de 25 x 25 m) e ficar a uma distância mínima de 200 m de construções, superfícies reflectivas, fontes artificiais de calor, áreas com grande extensão de água, estradas e grupo de árvores de grande porte. Os instrumentos devem evitar sombreamentos, ou projeções de sombra, quando o Sol ultrapassar ângulos maiores que 5° da superfície do solo (WMO, 2018).

Os instrumentos de medida das variáveis meteorológicas serão instalados em um tripé de aço galvanizado (2,0 a 2,5 m de altura), contendo um sistema de aterramento. Em virtude do tipo de medida meteorológica, cada instrumento será instalado em uma altura específica em relação ao nível do solo: sensor de temperatura e umidade do ar (1,5 m); anemômetro de canecas e cata-vento, para medidas de velocidade e direção do vento, respectivamente (2,0 m); piranômetro, para medida de radiação

solar global (1,5 a 2,0 m); pluviômetro do tipo balsa, para medidas de chuva (1,5 m). Ainda, o painel solar será instalado a uma altura entre 1,0 e 1,5 m, sendo a caixa selada, contendo o sistema de aquisição de dados (*datalogger*), instalada logo abaixo deste. Vale ressaltar que a instalação do piranômetro e do painel solar deverá ter orientação norte (voltados para o norte no hemisfério sul) (WMO, 2018).

Os pluviômetros, vinculados às estações fluviométricas e postos específicos de monitoramento, serão instalados em área plana, com declividade não maior que 19°, recomendando-se ser a área gramada e telada, a fim de evitar os possíveis danos nos sensores e materiais eletrônicos causados pelo excesso de poeira proveniente do solo exposto e que animais danifiquem o equipamento. Não há exigência de uma área mínima a ser cercada. Deve-se observar a altura dos possíveis obstáculos ao seu redor, os quais deverão ser baixos; e, para aqueles que contêm ângulo de elevação até 14°, deve-se manter uma distância de até 4 vezes a altura do obstáculo. Já para ângulos de elevação entre 14° e 26,5°, essa distância deve ser maior ou igual a 2 vezes a altura (Figura 1). Um obstáculo é qualquer objeto que possua uma largura angular de no mínimo 10° (WMO, 2018).



**Figura 1** Critérios de instalação dos pluviômetros em relação aos obstáculos, respeitando-se uma distância ( $d$ , m) de 2 a 4 vezes a altura ( $h$ , m). WMO, 2018. (Adaptado.)

### Coleta de dados, inspeção e manutenção

Recomenda-se uma verificação nos dados médios da estação ao menos duas vezes por mês, a fim de detectar possíveis falhas nas medidas. Ainda, que manutenções sejam realizadas *in loco*, com periodicidade mensal, sendo incluídos limpeza e nivelamento de equipamentos e sensores (painel solar, sensor de temperatura e umidade do ar, abrigo meteorológico, caixa selada contendo *datalogger*, limpeza e lubrificação do anemômetro de canecas e cata-vento, sensor de radiação solar, pluviômetro) e corte da grama e limpeza da área cercada e ao seu entorno.

## MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DAS NASCENTES

### Monitoramento da vazão

O monitoramento da vazão das nascentes será realizado utilizando-se vertedores específicos.

Para vazões menores que  $30 \text{ L s}^{-1}$  será utilizado um vertedor triangular a 90°, de parede delgada; e, para vazões entre 30 a  $1.700 \text{ L s}^{-1}$ , um vertedor retangular de parede delgada com contração lateral (Figura 2). Os vertedores serão fabricados em aço carbono com pintura eletrostática.

Para medição da vazão do curso d'água formado na nascente para posterior definição do tipo de vertedor a utilizar, será utilizado um equipamento do tipo *Acoustic Doppler Velocimeter* (Figura 3). Neste caso, será utilizado o método de medição de vazão a vau (COELHO et al., 2013). A medição de vazão deve ser feita num trecho retilíneo do curso d'água onde o fluxo seja contínuo, sem obstruções, com fundo o mais plano possível.

O medidor de vazão Perfilador acústico *Velocimeter* deverá operar numa frequência de 10 MHz e ser capaz de medir a vazão em cursos d'água com profundidade de até 2 cm e velocidade de escoamento de até  $4,0 \text{ ms}^{-1}$ . Também deve possuir um sistema *datalogger* para coletar e armazenar simultaneamente os dados de vazão medidos.

Na instalação do vertedor, devem-se tomar os seguintes cuidados:



Figura 2 Vertedores triangular e retangular para medição de vazão em pequenos cursos d'água.

- A crista do vertedor deve ser instalada na horizontal.
- A face de montante do vertedor deve ser instalada na vertical e deve ser lisa.
- As paredes do vertedor devem ser delgadas ou cantos em bisel.
- Não deve ser afogado. A água não deve escoar pela parede de jusante.
- Escolher um trecho retilíneo, de pelo menos 3 m do curso d'água, para a instalação do vertedor.
- Proteger a zona de jusante contra erosão, por meio de bacia de dissipação apropriada.
- Realizar o monitoramento periódico da região a montante do vertedor, verificando o

nível do fundo da calha. Se ocorrer deposição de sedimentos, deve-se proceder à limpeza.

O vertedor será instalado numa caixa de alvenaria, com dimensões (Figura 4) descritas em Delmee (2003). A caixa será construída em concreto, usando-se na sua composição cimento CP II -Z32, areia e brita no 01, com traço de 1:3:3. A largura das paredes laterais da caixa será de 0,15 m, e sua base será construída usando-se concreto armado com altura de 0,30 m.

O vertedor será referenciado em relação ao nível do mar. Para tal, serão instalados na área dois marcos de concreto, em formato tronco



Figura 3 Perfilador acústico *Velocimeter* e medição de vazão a vau em rios. Fonte: SonTek (2009).

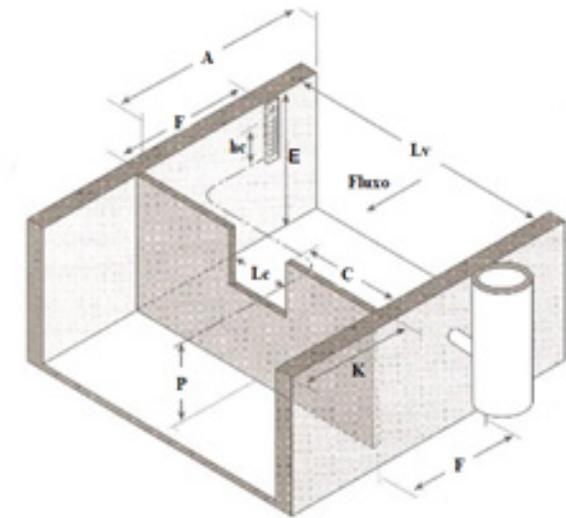
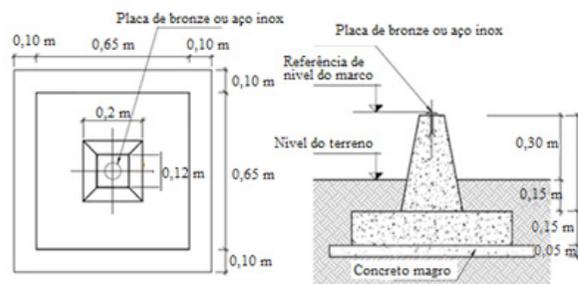


Figura 4 Vertedor retangular de parede delgada e caixa de alvenaria. Fonte: Delmee, (2003).



**Figura 5** Marco de referência de nível. Fonte: CoMMetro Engenharia, (2020).

-piramidal, com base inferior de 0,2 x 0,2 m, base superior de 0,12 x 0,12 m e altura de 0,30 m. O marco deve ser encabeçado por uma chapa de bronze ou aço inox com 0,06 m de diâmetro e pino de 0,07m de altura, onde serão gradadas as inscrições pertinentes (Figura 5).

Para determinação da vazão pelo método dos vertedores triangular e retangular, serão utilizadas as equações 1 e 2, respectivamente:

$$Q = 1,4. hc^{5/2} \quad (1)$$

$$Q = 1,84. Lc. hc^{3/2} \quad (2)$$

em que:

Q = vazão, m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>;

Lc = largura da crista, m; e

hc = altura da lâmina de água que passa sobre a crista, m.

### Monitoramento do nível do lençol freático

Para o monitoramento da variação do nível do lençol freático das nascentes, serão instalados poços de observação, conforme descrito por Feitosa & Manoel Filho (1997). Os poços serão dispostos simetricamente ao longo de um transecto (linha transversal ao fluxo de água predominante da nascente), conforme mostrado na Figura 6.

Serão instalados cinco poços de observação com equidistância de 20 m, observando o critério de locar o poço central na região de menor cota do transecto (Figura 6). Os poços de observação serão construídos com tubos de aço galvanizado com 4" de diâmetro. Para permitir a entrada de água no interior do tubo, serão feitas perfurações em sua parede lateral. O diâmetro dos furos será de 4 mm, sendo feitos numa extensão de 1,5 m, com início na extremidade inferior do tubo. Os tubos devem ser envolvidos por uma manta geotêxtil gramatura 500, para permitir somente a entrada de água e evitar a obstrução dos orifícios com o solo.

Para instalação dos tubos, serão abertos furos no solo utilizando-se um trado com extensor, de maneira que as perfurações ultrapassem o nível do lençol freático no período de inverno. A perfuração será realizada até a profundi-



**Figura 6** Representação esquemática da distribuição dos poços de observação ao longo do transecto. Fonte: Pereira (2010).

de que acumule no seu interior uma lâmina de água no mínimo igual a um metro. Para proteção do tubo, a parte próxima à superfície do solo será envolvida no interior de um tubo de PVC para esgoto de 200 mm.

A altura do tubo de esgoto será de 0,40 m, sendo que 0,20 m serão enterrados no solo, e seu interior, preenchido com concreto (Figura 7). Na extremidade superior do tubo, será instalada uma tampa metálica para impedir a entrada de insetos e animais no seu interior; e na sua lateral será feito um furo com diâmetro suficiente para passagem da fiação do sensor. Os poços também serão protegidos por um cercado com as mesmas dimensões daquele utilizado para a proteção do pluviômetro.



Figura 7 Detalhe do poço de observação.

### Plataforma de coleta de dados

A coleta de dados do pluviômetro e de níveis de água no interior dos poços de observação e no vertedor será realizada de forma automática, usando-se uma plataforma de coleta de dados (Figura 8). Para isso, a plataforma será instalada próximo ao poço de observação localizado no centro do transecto. Parte dos componentes (coletor de dados, painel solar, bateria, regulador de voltagem) da estação será semelhante àqueles da estação meteorológica automática, diferindo apenas quanto ao tipo e número de sensores.

No coletor de dados, serão instalados, além do pluviômetro, cinco sensores de nível do tipo pressão, um sensor barométrico e um sensor de nível tipo radar. O sensor de nível tipo pressão será utilizado para medição do nível d'água no interior dos poços de observação. O sensor será do tipo capacitivo com elemento capacitador de cerâmica para medição de pressão absoluta. Deve possuir configuração para realizar leituras entre períodos de um segundo a 24 h. A faixa de medição do sensor deve ser entre 0 a 20 metros de coluna d'água, com operação na faixa mínima de temperatura entre 0 a 50 °C, com incerteza de  $\pm 0,1\%$  do limite total.

Sua faixa de alimentação deve ser de 0 a 16 Vcc, com compensação automática da influência de variações de temperatura que atenda no mínimo a faixa entre 10 a 45 °C. O sensor não deve ter capilares dissecantes; portanto, a compensação da influência de variações de pressão atmosférica sobre o valor do nível medido será realizada por meio de instalação de um sensor barométrico na caixa da estação.

O sensor barométrico deve possuir faixa de medição entre 600 a 1.100 hPa, operando numa faixa de temperatura entre -10 a 55 °C. A resolução do sensor deve ser de  $\pm 0,2$  hPa, e a incerteza, quando o sensor estiver operando



Figura 8 Plataforma de coleta de dados do pluviômetro e dos níveis de água no interior dos poços de observação e no vertedor. Fonte: Mota et al. (2017).

entre as faixas de temperatura entre 0 e 40°C de  $\pm 1$  hPa e entre -10 e 50°C, de  $\pm 2$  hPa. A estabilidade de longo termo do sensor deve ser  $\pm 0,5$  hPa/ano.

O sensor de nível tipo do radar será usado para medição do nível de água no vertedor. O sensor deve permitir a programação para operar com uma frequência de leituras entre 30 segundos a 24 h. A faixa de medição do sensor

deve ser entre 0,1 a 5 m, incerteza de  $\pm 10$  mm sobre toda a faixa de medição. A resolução do sensor deve ser de 5 mm, com ângulo total máximo de abertura de  $12^\circ$ . O sinal de saída do sensor deve ser 4 a 20 mA (2 fios), faixa de alimentação de 10 a 16 Vcc e grau de proteção IP66 ou superior.

Os três sensores devem permitir a calibração em campo e ser capazes de suportar, sem danos, quando operarem nas faixas de temperatura entre  $-10$  a  $60^\circ\text{C}$  e de umidade relativa entre 0 a 100%.

## MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DE RIO

### Construção da curva-chave

Para construção da curva-chave, os dados de vazão e nível do curso d'água serão medidos no local definido para a seção de controle dos rios. Esses dados serão coletados durante um período de dois anos, de forma a contemplar vazões e níveis acima e abaixo da média do respectivo curso d'água. As medições de vazão serão realizadas em intervalos de 15 dias ou menos, incluindo os períodos chuvosos e secos do ano (TAYLOR, 2011). A medida de nível do curso d'água será realizada utilizando-se um GPS, e os dados de vazão serão obtidos de acordo com o método descrito a seguir.

### Medição de vazão

Para medição de vazão nas seções de controle de rios com largura inferior a 30 m, será utilizado um Perfilador Acústico Doppler (ADCP) com prancha, ancorado por cabo de aço e com condução realizada manualmente (Figura 9). Nesses rios, em épocas de vazões mínimas, quando não for possível a utilização do ADCP com prancha, será utilizado o método de medição de vazão a vau, utilizando-se o equipamento Acoustic Doppler Velocimeter.

Em rios com largura superior a 30 m, será utilizado o Perfilador Acústico Doppler, acoplado a um barco. Nesse caso, o posicionamento da embarcação será realizado utilizando-se o Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS), com o GPS geodésico acoplado ao perfilador. A embarcação será de alumínio do tipo chata, com motor de polpa de 15 hp.

O Perfilador Acústico *Corrent Doppler* deverá possuir um transdutor vertical de 500 kHz e um conjunto de oito transdutores com frequências distintas, sendo quatro de 1.000 kHz e quatro de 3.000 kHz, para permitir a medição de vazão em rios com diferentes profundidades. O equipamento deve possuir uma integração de sistema de posicionamento de

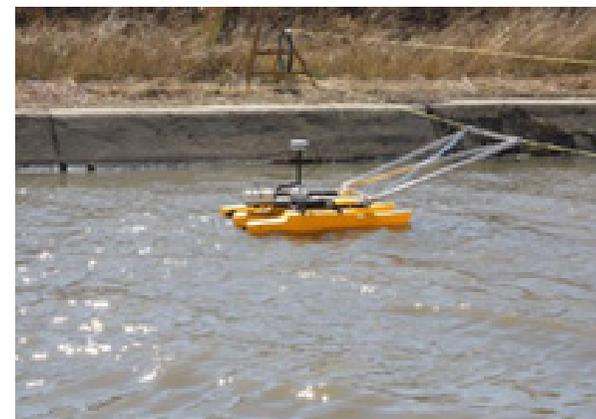


Figura 9 Perfilador Acústico *Doppler*, ancorado em cabo de aço e acoplado ao barco.

alta precisão – receptores GPS com possibilidade de receber sinal *Real Time Kinetics* (RTK) –, para reduzir a influência da movimentação da camada de assoreamento no fundo do rio, para determinação precisa da direção e velocidade da embarcação.

Para a medição da vazão, o equipamento será deslocado de uma margem a outra do rio com velocidade menor que a do fluxo de água. Serão realizadas três travessias na seção do rio, e calculada a média das vazões registradas pelo equipamento. Os dados coletados serão processados em computador portátil com características compatíveis com o ADCP e com utilização de programas computacionais indicados pelo fabricante.

### Ajuste da curva-chave

Antes do traçado da curva-chave serão avaliados possíveis erros nos dados de vazão medidos no local de instalação da estação fluviométrica. Será plotado um gráfico de dispersão de dados em planilha eletrônica com os dados brutos de vazão medidos. O ajuste da curva-chave aos dados de vazão e nível d'água será realizado utilizando a equação proposta por Jaccon & Cudo (1989).

## ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

Na seção de controle dos rios, será instalada uma plataforma de coleta de dados para medição de precipitação e nível d'água do rio, respectivamente (Figura 10).

A plataforma de coleta de dados deve apresentar as mesmas configurações daquela uti-

lizada para coleta de dados dos sensores da estação das nascentes, com alteração apenas quanto ao tipo e número de sensores. Neste caso, será instalado no coletor de dados da plataforma, além de um pluviômetro, um sensor de nível do tipo pressão e um sensor barométrico.

A instalação da plataforma de coleta de dados será de acordo com as especificações apresentadas nas Figuras 11 e 12, respectivamente. As bases que suportam o pluviômetro e a plataforma de coleta de dados serão concretadas. Para a instalação do pluviômetro, também será observada a distância mínima de instalação do equipamento em relação a obstáculos, de acordo com os critérios para instalação de pluviômetros propostos por WMO (2018) descritos em Estação Meteorológica Automática.

O cercado será construído com as dimensões de 2,5 x 2,5 m e altura de 1,5 m (Figura 12) utilizando-se os mesmos materiais descritos para a construção do cercado utilizado para proteger o pluviômetro a ser instalado nas nascentes.

As régua linimétricas serão instaladas na mesma margem do rio onde será instalada a plataforma de coleta de dados, segundo padrões



Figura 10 Plataforma de coleta de dados com sistema automático de aquisição e transmissão de dados por telemetria.

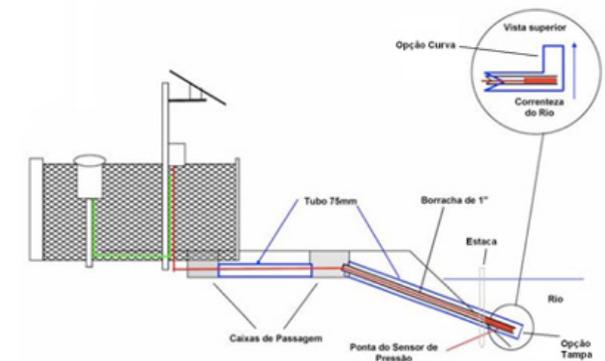
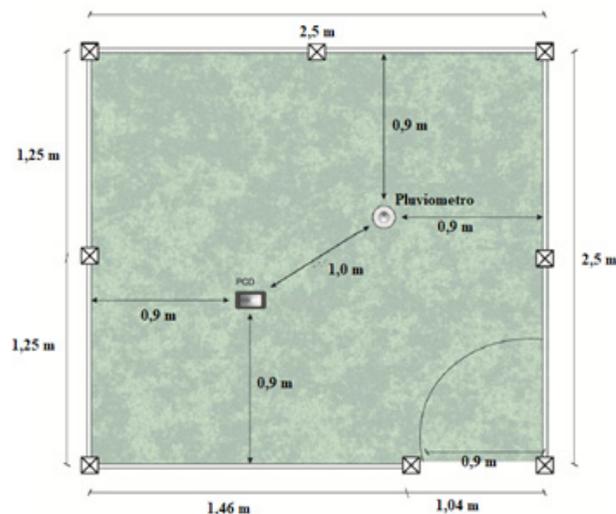


Figura 11 Corte transversal da estação fluviométrica automática, com detalhes de instalação do sensor de nível do tipo transdutor de pressão. Fonte: ANA (2014).

descritos em ANA (2016). As régua serão de alumínio fixadas em estrutura de concreto, com numeração de 2 em 2 cm, sendo os espaçamentos intermediários indicados por traços. O alinhamento das régua será perpendicular ao eixo do rio e de forma a possibilitar o registro do nível do curso d'água em épocas de vazões máximas e mínimas do rio (Figura 13).



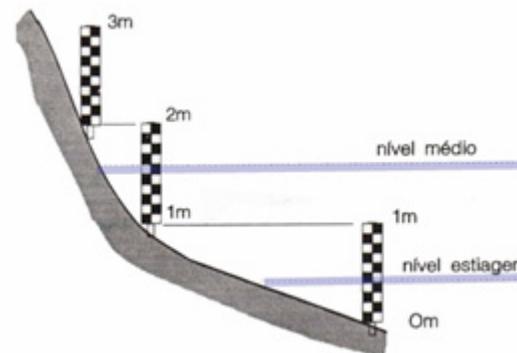
**Figura 12** Distribuição dos equipamentos e representação do cercado da estação fluviométrica. Fonte: ANA, (2014).

As réguas também serão referenciadas em relação aos marcos de referência de nível, com indicação da altitude do “Zero” da régua com relação ao nível do mar. Também será obtida a amplitude entre os limites inferior do primeiro lance, ao superior do último lance da régua. O número de lances vai depender do relevo das margens do rio entre as cotas de vazão mínima e máxima.

A plataforma e os dados de nível do corpo d’água também serão referenciados em relação ao nível do mar (nível absoluto) ou em relação ao nível mínimo do corpo d’água (nível



**Figura 13** Réguas linimétricas instaladas segundo os padrões ANA. Fonte: ANA, (2016).



relativo). Para tal também serão instalados, no local, dois marcos de referência de nível.

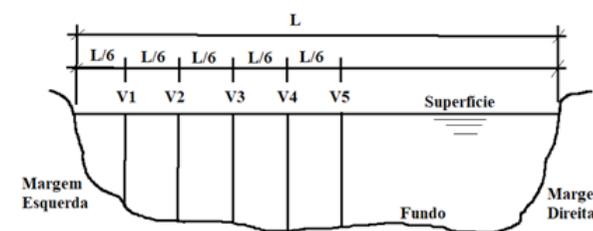
Os dados de vazão, nível de água do rio e precipitação serão coletados em intervalos de 01 hora e transmitidos para uma central, onde serão armazenados, processados e analisados por profissionais especializados.

### QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS

A metodologia utilizada para estimar a concentração de sedimentos em suspensão presentes na água dos rios será baseada na amostragem acústica obtida por perfilador acústico Doppler. As medições acústicas serão realizadas em cinco verticais ao longo das seções transversais dos rios. A localização das verticais está apresentada na Figura 14. Aqui, L é

a largura do rio, e v1, v2, v3, v4 e v5 são as verticais de medição.

Será utilizado o método proposto por Deines (1999) para a conversão do sinal acústico em concentração de sólidos solúveis em suspensão presentes na água. Também será avaliada a qualidade química da água dos rios usando-se uma sonda multiparâmetros portátil equi-



**Figura 14** Localização das verticais para medições acústicas para análises de sedimentos na água dos rios. Fonte: Terabe (2003).

pada com sensores para medir a temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água (Figura 15).

Os sensores instalados na sonda multiparâmetros devem apresentar as seguintes configurações: temperatura, faixa de medição entre -5 a 50°C e resolução de 0,001 °C ; turbidez, faixa de medição entre 0 a 4.000 FNU e resolução na faixa de medição entre 0 a 999 de 0,01 FNU e na faixa de 1.000 a 4.000 de 0,1 FNU; oxigênio dissolvido, faixa de medição entre 0 a 50 mg L<sup>-1</sup> e resolução de 0,01 mg L<sup>-1</sup>; e condutividade elétrica, faixa de medição entre 0 a 200 mS cm<sup>-1</sup> e resolução de 0,001, 0,01 ou 0,1 mS cm<sup>-1</sup> dependendo da escala de medição programada no equipamento.



**Figura 15** Sonda multiparâmetros portátil para medição de parâmetros de qualidade de água.

## COMO FAZER LOCAIS DE MONITORAMENTO E INSTALAÇÃO METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO

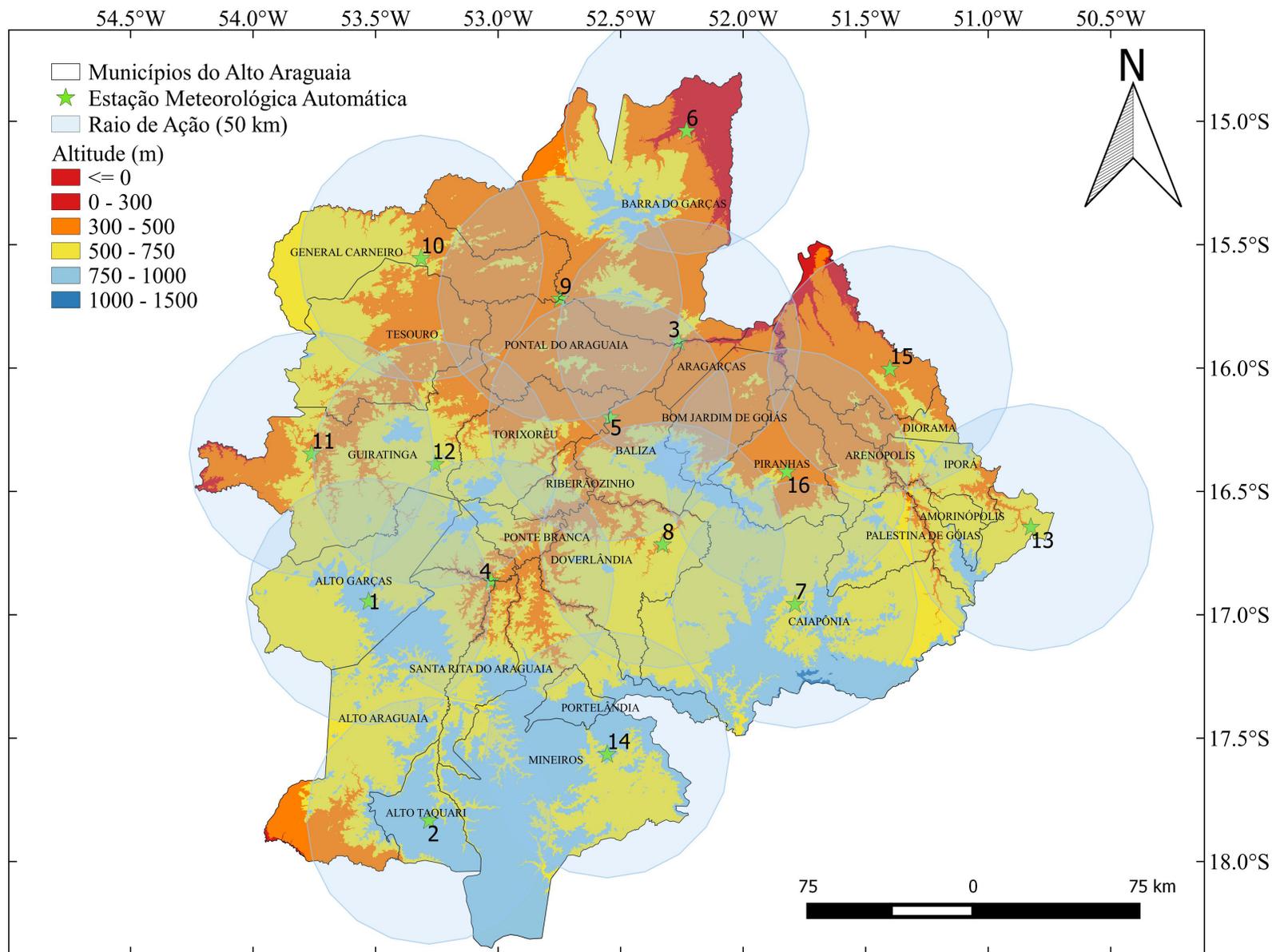
Esse monitoramento será realizado com o objetivo de determinar o balanço hídrico na sub-bacia hidrológica do Rio Araguaia, mais especificamente na área representada pela microbacia do Alto Araguaia. Para isso, serão obtidos os dados de chuva (medido) e de evapotranspiração (calculada com base nos dados meteorológicos), para toda a área de cobertura da microbacia em estudo (PEREIRA et al., 2002; XAVIER et al., 2015).

Serão instaladas estações meteorológicas automáticas completas, considerando-se uma densidade de distribuição que atenda toda a área da microbacia. Essas estações terão um distanciamento em torno de 50 km (Figura 16), atendendo as recomendações da WMO (2018). Quanto ao raio de ação de uma estação, cuja representatividade para observações sinóticas encontra-se em uma área em torno de 100 km ao seu redor, ou para avaliações locais, de 10 km. Um total de 16 estações meteorológicas completas automáticas são necessárias para a cobertura da área.

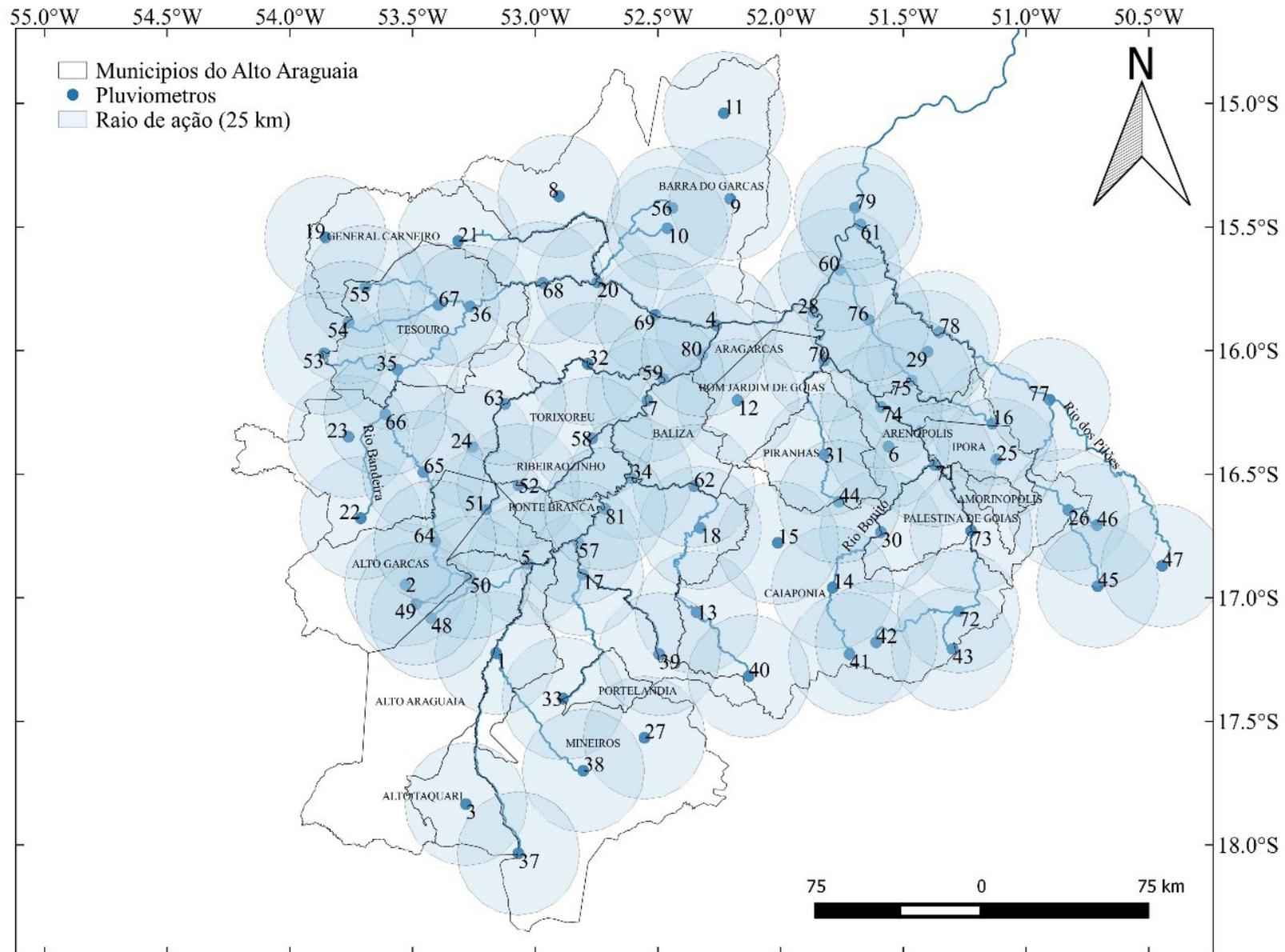
A partir do raio máximo de representatividade da estação meteorológica de 50 km, a dis-

tribuição das mesmas na área microbacia foi realizada, considerando-se a distribuição de altitude, que varia em torno de 300 a 1.000 m acima do nível do mar (Figura 16), e a sede do município melhor localizado dentro da distribuição geográfica proposta com base no raio de 50 km. A instalação preferencial na sede dos municípios visa obter sinal de celular ou internet para a transmissão automática dos dados registrados, além de garantir melhor segurança para os equipamentos instalados no local. Já a distribuição por altitude possibilita o ajuste de equações para interpolação dos dados meteorológicos, uma vez que a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar e a velocidade do vento apresentam relação com altitude, latitude e longitude, estimando-se assim a evapotranspiração para cada local da microbacia.

Para o monitoramento de chuva, será instalado um total de 81 pluviômetros (Figura 17), sendo 16 vinculados às estações meteorológicas completas automáticas, 24 vinculados ao monitoramento da vazão nas nascentes dos rios, 34 vinculados às estações de monitoramento de vazão ao longo do rio e 7 postos exclusivos para monitoramento de chuva (mais detalhes são apresentados na Tabela 1). A maior densidade de pluviômetros se deve à



**Figura 16** Distribuições das 16 estações meteorológicas automáticas completas com raio de 50 km e altitude na microbacia do Alto Araguaia. Descrição do local de instalação é apresentada no item Locais de monitoramento meteorológico e hidrológico.



**Figura 17** Distribuições de 81 pluviômetros e o raio de representação de 25 km. Descrição do local de instalação é apresentada no item Locais de monitoramento meteorológico e hidrológico, em combinação com os demais monitoramentos por ponto.

maior variabilidade espacial das chuvas, que são do tipo convectivas nessa região (PEREIRA et al., 2002), chegando a um raio de cobertura menor de 25 km por pluviômetros (Figura 17).

## LOCAIS DE INSTALAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

O monitoramento hidrológico será realizado em cursos d'água formados em nascentes e nos principais afluentes do Rio Araguaia na bacia. Para isso, serão instaladas estações fluviométricas para medição de vazão, precipitação e nível do lençol freático em locais específicos na área.

Em nível macro, o critério adotado para distribuição das estações fluviométricas na bacia baseou-se no monitoramento hidrológico in loco das sub-bacias dos principais afluentes do Rio Araguaia, com prioridade de intervenção “Muito Alta” ou “Alta”. E baseou-se, também, no atendimento da resolução conjunta ANA/ANEEL n. 03/2010, que estabelece a densidade de distribuição de estações fluviométricas em bacias hidrográficas. Serão monitorados 66 pontos, sendo 25 em nascentes e 41 ao longo dos rios (Figura 18).

As coordenadas dos locais das estações fluviométricas apresentadas na Figura 18 e Tabela 1 são uma aproximação do ponto de instalação

da seção de controle dos rios. O local definitivo será definido com base nas recomendações proposta por *World Meteorological Organization* (WMO, 2003), descritas a seguir.

- a) Selecionar um trecho retilíneo do rio, com perfil longitudinal regular, com margens paralelas, livre de vegetação, rochas ou outros obstáculos e de fácil acesso.
- b) O leito e as margens do rio devem ser estáveis. Caso a seção não seja suficientemente estável, deve-se construir uma seção artificial estável.
- c) O perfil transversal da seção de medição deve ter taludes elevados para não permitir extravasamento.
- d) O local deve ser suficientemente afastado de confluências para evitar o efeito de remanso.
- e) Procurar locais que apresentem relação unívoca de cota x vazão.
- f) Os sensores devem ser instalados de forma a garantir o monitoramento independentemente do nível do rio, tendo alcance desde níveis em condições de estiagem até condições de inundação.
- g) O local selecionado deve ser plano e ter facilidade de acesso para a equipe de manutenção.
- h) A seção transversal do rio deve ser adequada para a medição de descarga em toda a

faixa de variação do nível do rio. Diferentes seções transversais podem ser utilizadas para determinação da descarga líquida; entretanto, elas devem estar relativamente próximas à estação de monitoramento de nível.

- i) Ao ser selecionado o local, deve ser levada em consideração a forma de transmissão de dados e a verificação do alcance adequado de um sistema de telemetria.

**Nascentes:** O estudo será realizado nas nascentes dos rios principais da bacia, próximo às áreas com prioridade de intervenção ambiental “Muito Alta” ou “Alta” (Tabela 1 e Figura 18).

**Qualidade da água:** As avaliações serão realizadas na seção de controle dos rios, em quatro épocas diferentes do ano, sendo duas no período seco e duas no período chuvoso. No período chuvoso, a amostragem será realizada sempre após a ocorrência de chuvas com total intensidade de precipitação aproximada, enquanto na estação seca será considerado o período de menor vazão do curso d'água.

## LOCAIS DE INSTALAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

O monitoramento meteorológico e hidrológico ocorrerá por meio da instalação de plu-

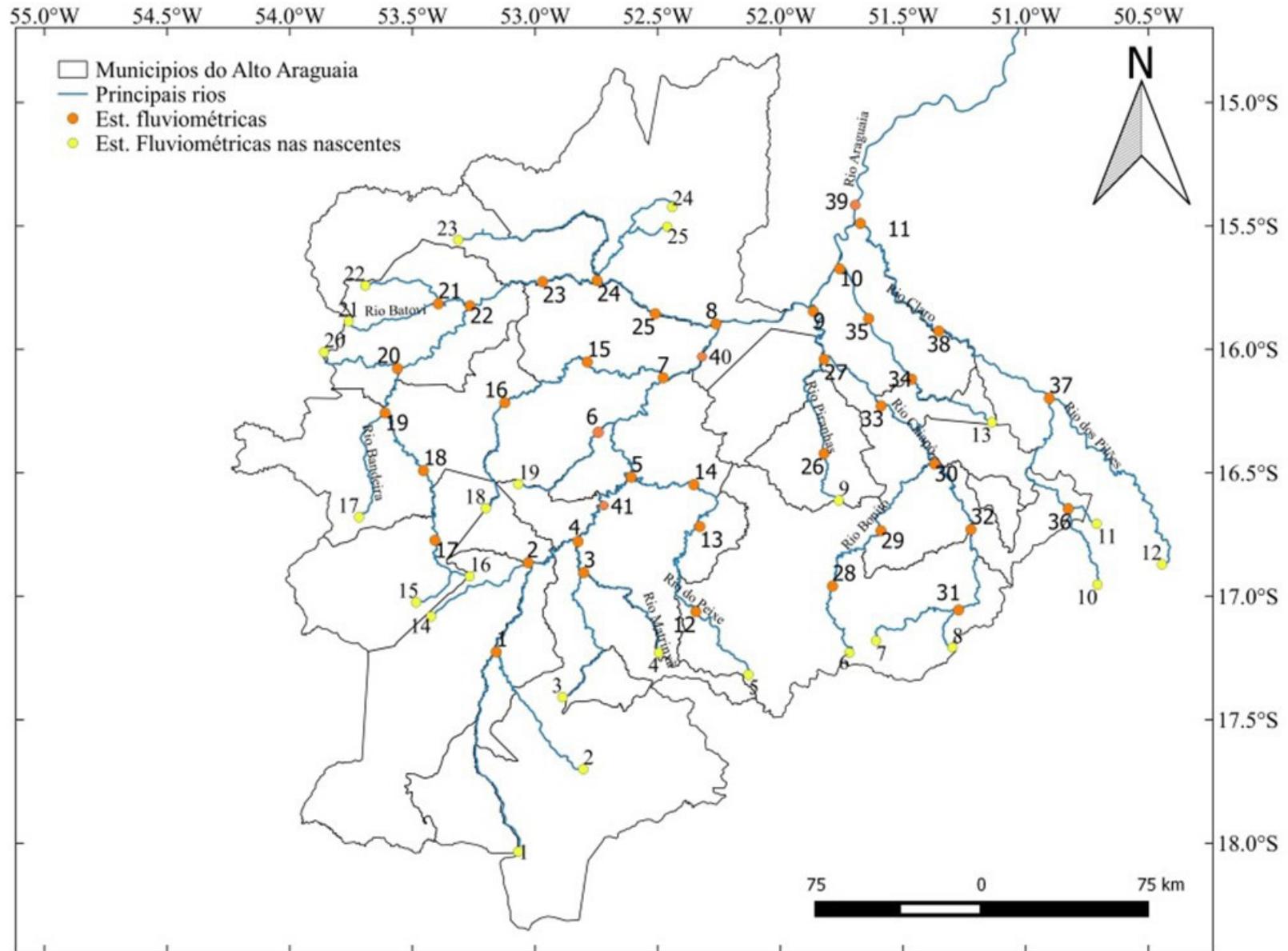


Figura 18 Distribuição das 66 estações fluviométricas na microbacia.

viômetro (P), estação meteorológica automática (EMA), estação fluviométrica na nascente (EFN) e ao longo do rio (EFR). No total, 81 pontos serão monitorados ao longo da região de abrangência da microbacia (Figura 19). Cada ponto de monitoramento terá diferentes configurações de presença de P, EMA, EFN e EFR, como apresentadas na Tabela 1.

## 2. COLETA E TRANSMISSÃO DE DADOS

A coleta de dados das estações meteorológicas e fluviométricas será realizada por sistema *datalogger*, em que os dados são registrados e armazenados conforme descrito nos itens específicos das estações de monitoramento. Após a coleta e o armazenamento dos dados, esses podem ser transmitidos para o banco de dados de diferentes formas: a) transmissão via satélite; b) rede de celular; ou c) ainda por meio de coleta manual diretamente no sistema de armazenamento, utilizando-se microcomputador e cabo USB ou RS-232.

As estações de monitoramento estarão localizadas em áreas remotas em sua grande maioria (Figura 19), o que justifica o sistema via satélite de transmissão de dados como a opção preferencial. A transmissão de dados deve ser realizada com a frequência mínima de 24 horas para um sistema on-line de armazenamen-

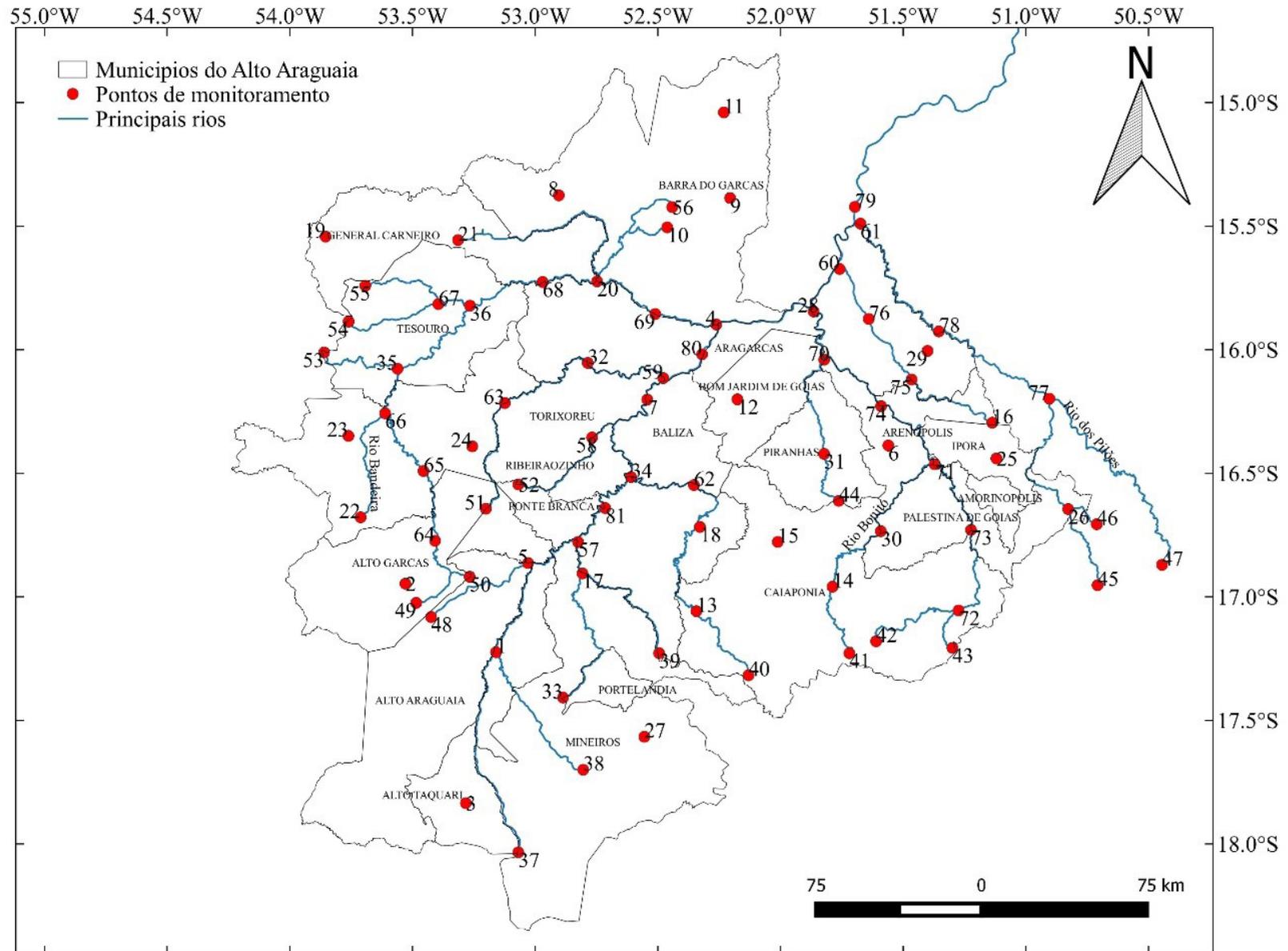
to de dados. Para transmissão de alertas de chuvas de alta intensidade com potencial de alagamento, a frequência de transmissão deve ser a partir de alertas predefinidos com transmissão em intervalo mínimo de uma hora. A transmissão deve apresentar a possibilidade de associação com os satélites geoestacionários ambientais, como, por exemplo, GOES, METEOSAT, INSAT, MTSAT, CGMS, INMARSAT e SGDC<sup>-1</sup>. Para o sistema GOES, apresentado como alternativa preferencial pela AEB (2013) para transmissão de dados em áreas remotas, os custos são exclusivos para compra do *modem* para transmissão dos dados, já que ele é de uso gratuito por instituições governamentais mediante licença fornecida pela NOAA/USA. Para os demais, custos adicionais de transmissão devem ser incluídos.

O *modem* de transmissão de dados via satélite será acoplado no *datalogger* via cabo de comunicação, para posterior transmissão de dados. De forma alternativa, esse equipamento pode apresentar *datalogger* + *modem* em um único equipamento. Esse deve possibilitar o registro de todos os sensores presentes em cada ponto de monitoramento com a frequência de registro especificada nos itens de equipamentos que fazem parte da estação meteorológica e fluviométrica, e

ainda, atendendo os requisitos definidos pelo *datalogger*.

A comunicação via satélite deverá ser totalmente compatível com os padrões de comunicação do sistema de transmissão de dados dos satélites mencionados e operante na região de monitoramento, satisfazendo os níveis de potência e qualidade do sinal requeridos pelo referido sistema de comunicação e monitoramento. O mesmo deverá permitir a escolha de canal de transmissão, suportar transmissão de dados a taxas de 300 e 1.200 bps e operar nos modos “Self Timed” e “Random” independentemente, possuindo receptor GPS (interno) para ajuste do horário de monitoramento. O *modem* deverá possuir certificação NESDIS e certificado da Anatel, incluindo manual em língua portuguesa, bem como equipamentos suplementares para instalação e funcionamento, como antena de comunicação via satélite.

Entre os sistemas automatizados, a transmissão via satélite é a que apresenta maior custo. Alternativamente, pode-se verificar nos locais de instalação dos pontos de monitoramento a presença de sinal de celular satisfatório para transmissão de dados e a respectiva operadora. Caso exista, o sistema de transmissão via satélite pode ser substituído por transmissão



**Figura 19** Pontos de monitoramento meteorológico e fluviométrico na microbacia do Alto Araguaia. Descrição dos itens presentes em cada ponto e demais descrições são apresentadas na Tabela 1.

Juntos pelo Araguaia

**Tabela 1** Pontos de instalação de pluviômetro (P), estação meteorológica automática (EMA), estação fluviométrica na nascente (EFN) e ao longo do rio (EFR), com respectivos locais geográficos, municípios, rio e observações de localização e instalação.

Local	P	EMA	EFN	EFR	Lat	Long	Alt (m)	Município	Rio	Observações
1	P1			FL1	-17.22	-53.16	669	Alto Araguaia	Araguaia/Babilônia	Foz do Rio Babilônia – 3,5 km de distância da ponte GO 461 sobre o rio. Largura média do rio igual a 42 m.
2	P2	EM1			-16.95	-53.53	777	Alto Garças	Diamantino	Sede do município
3	P3	EM2			-17.83	-53.28	874	Alto Taquari		Sede do município
4	P4	EM3		FL8	-15.90	-52.26	313	Aragarças	das Garças/Araguaia	Sede do município. Foz do Rio das Garças. Largura média do rio igual a 170 m.
5	P5	EM4		FL2	-16.86	-53.03	453	Araguainha	Araguainha/Araguaia	Sede do município. Largura média do rio igual a 35 m.
6	P6				-16.39	-51.56	420	Arenópolis		Sede do município
7	P7	EM5			-16.20	-52.54	357	Baliza		Sede do município. Possível mudar para Torixoréu
8	P8				-15.38	-52.90	380	Barra do Garças		Distrito: Toricueije (Aldeia)
9	P9				-15.39	-52.20	342	Barra do Garças		Distrito: Vale dos Sonhos
10	P10		NSC25		-15.50	-52.46	440	Barra do Garças	Passa-vinte	MT 336 - 67 km de Barra do Garças
11	P11	EM6			-15.04	-52.23	296	Barra do Garças		Distrito: Indianópolis
12	P12				-16.20	-52.18	425	Bom Jardim de Goiás		Sede do município
13	P13			FL12	-17.06	-52.34	556	Caiapônia	do Peixe	Entroncamento GO 541 e GO 465. Largura média do rio igual a 30 m.
14	P14	EM7		FL28	-16.96	-51.79	710	Caiapônia	Bonito	Sede do município. Largura média do rio igual a 25 m.
15	P15				-16.78	-52.01	657	Caiapônia		GO 221 – 35 km Caiapônia.
16	P16		NSC13		-16.30	-51.14	505	Diorama	dos Bois ou das Almas	15 km acima da sede do município.
17	P17			FL3	-16.91	-52.81	511	Doverlândia	Matrinxã	GO 194 com GO 461; 20 km acima do município Ponte Branca. Largura média do rio igual a 25 m.
18	P18	EM8		FL13	-16.72	-52.33	514	Doverlândia	do Peixe	Sede do município. Largura média do rio igual a 25 m.
19	P19				-15.54	-53.85	617	General Carneiro		Distrito: Paredão Grande (aldeia).
20	P20	EM9		FL24	-15.72	-52.75	355	General Carneiro	Barreiro/das Garças	Sede do município. Largura média do rio igual a 40 m.
21	P21	EM10	NSC 23		-15.56	-53.31	532	General Carneiro	Barreiro	Distrito: Paredão Grande
22	P22		NSC17		-16.68	-53.71	726	Guiratinga	Bandeira	70 km pela MT 110
23	P23	EM11			-16.35	-53.76	490	Guiratinga		Sede do município
24	P24	EM12			-16.39	-53.26	729	Guiratinga		Entroncamento MT 270 com MT 107
25	P25				-16.44	-51.12	582	Iporá		Sede do município

Local	P	EMA	EFN	EFR	Lat	Long	Alt (m)	Município	Rio	Observações
26	P26	EM13		FL36	-16.64	-50.83	630	Ivolândia	Córrego das Três Barras/Rio Claro	Sede do município. Largura média do rio igual a 35 m.
27	P27	EM14			-17.57	-52.55	789	Mineiros		Sede do município
28	P28			FL9	-15.84	-51.86	328	Monte Claros de Goiás	Caiapó/Araguaia	Distrito: Ponte Alta do Araguaia. Largura média do rio igual a 120 m.
29	P29	EM15			-16.00	-51.40	397	Monte Claros de Goiás		Sede do município
30	P30			FL29	-16.73	-51.59	699	Palestina de Goiás	Bonito	Sede do município. Largura média do rio igual a 25 m.
31	P31	EM16		FL26	-16.42	-51.82	345	Piranhas	Piranhas	Sede do município. Largura média do rio igual a 35 m.
32	P32			FL15	-16.05	-52.79	400	Pontal do Araguaia	Diamantino	100 km da sede pela MT 260. Largura média do rio igual a 50 m.
33	P33		NSC3		-17.41	-52.89	863	Portelândia/Mineiros	Diamantino	50 km de Mineiros pela BR 364
34	P34			FL5	-16.51	-52.61	494	Ribeirãozinho	Peixe/Araguaia	Próximo a sede de Ribeirãozinho. Largura média do rio igual a 35 m.
35	P35			FL20	-16.08	-53.56	406	Tesouro	Caçununga/das Garças	Sede do município. Largura média do rio igual a 25 m.
36	P36			FL22	-15.82	-53.27	510	Tesouro	Areado/das Garças	MT 260 - 60 km de Tesouro. Largura média do rio igual a 45 m.
37	P37		NSC1		-18.03	-53.07	888	Mineiros	Araguaia	45 km de Alto Taquari pela MT 100
38	P38		NSC2		-17.70	-52.80	841	Mineiros	Babilônia	40 km de Mineiros pela GO 341
39	P39		NSC4		-17.23	-52.49	721	Doverlândia	Matrinxã	100 km de Doverlândia pela GO 465
40	P40		NSC5		-17.32	-52.13	778	Caiapônia	Peixe	70 km de Caiapônia pela GO 341
41	P41		NSC6		-17.23	-51.72	1017	Caiapônia	Bonito	55 km de Caiapônia pela GO 184
42	P42		NSC7		-17.18	-51.61	975	Caiapônia	Caiapó	45 km de Caiapônia pela GO 184
43	P43		NSC8		-17.21	-51.30	928	Caiapônia	Peixe	85 km de Caiapônia pela GO 184
44	P44		NSC9		-16.61	-51.76	564	Caiapônia	Piranhas	45 km de Caiapônia pela BR 158
45	P45		NSC10		-16.95	-50.71	840	Paraúna	Claro	Aparentemente fora dos municípios-chaves; 45 km de Paraúna pela GO 050 e GO 411
46	P46		NSC11		-16.71	-50.71	840	Cachoeira de Goiás	Córrego das Três Barras	Aparentemente fora dos municípios-chaves: 10 km de Cachoeira de Goiás
47	P47		NSC12		-16.87	-50.44	840	São João da Paraúna	Pilões	Aparentemente fora dos municípios-chaves; 10 km de São João da Paraúna pela GO 050
48	P48		NSC14		-17.08	-53.42	837	Alto Araguaia	Araguainha	50 km de Alto Araguaia pela BR 364

Local	P	EMA	EFN	EFR	Lat	Long	Alt (m)	Município	Rio	Observações
49	P49		NSC15		-17.02	-53.48	834	Alto Garças	Garças	10 km de Alto Garças pela BR 364
50	P50		NSC16		-16.92	-53.27	780	Alto Garças	Garças	30 km a leste do município (sem acesso identificado)
51	P51		NSC18		-16.64	-53.20	824	Araguainha/Alto Garças	Diamantino	65 km de Alto Garças pela MT 107
52	P52		NSC19		-16.55	-53.07	656	Ponte Branca/Torixoréu	São Domingos	75 km de Torixoréu pela MT 110 - 270
53	P53		NSC20		-16.01	-53.86	612	Tesouro	Caçununga	130 km de Tesouro - MT 383
54	P54		NSC21		-15.89	-53.76	723	Tesouro	Batovi	90 km de Tesouro - MT 383 (General Carneiro)
55	P55		NSC22		-15.74	-53.69	637	Tesouro	Areado	100 km de Tesouro - MT 110
56	P56		NSC24		-15.42	-52.44	792	Barra do Garças	Passa-Vinte	100 km de Barra do Garças pela BR 158
57	P57			FL4	-16.78	-52.82	485	Ponte Branca	Matrinxã/Araguaia	Sede do município. Largura média do rio igual a 40 m.
58	P58			FL6	-16.37	-52.77	426	Torixoréu/Baliza/Ribeirãozinho	São Domingos/Araguaia	20 km da sede de Ribeirãozinho. Largura média do rio igual a 30m.
59	P59			FL7	-16.11	-52.48	323	Torixoréu/Baliza/Pontal do Araguaia	Diamantino/Araguaia	15 km abaixo de Baliza. Largura média do rio igual a 35 m.
60	P60			FL10	-15.67	-51.76	291	Montes Claros de Goiás/Araguaiana	Almas/Araguaia	5 km da sede de Araguaiana. Largura média do rio igual a 20 m.
61	P61			FL11	-15.49	-51.67	289	Jussara/Montes Claros de Goiás/Araguaiana	Rio Claro/Araguaia	130 km de Jussara pela BR 070. Largura média do rio igual a 110 m.
62	P62			FL14	-16.55	-52.35	500	Doverlândia/Baliza	do Peixe	30 km de Doverlândia pela GO 221. Largura média do rio igual a 110 m.
63	P63			FL16	-16.22	-53.12	413	Guiratinga/Torixoréu	Diamantino	150 km de Guiratinga pela MT 270. Largura média do rio igual a 35 m.
64	P64			FL17	-16.77	-53.41	583	Alto Garças	das Garças	30 km de Alto Garças pela MT 107. Largura média do rio igual a 30 m.
65	P65			FL18	-16.49	-53.45	495	Guiratinga	das Garças	50 km de Guiratinga pela MT 270. Largura média do rio igual a 40 m.
66	P66			FL19	-16.26	-53.61	461	Guiratinga	Bandeira/das Garças	40 km de Guiratinga pela MT 110. Largura média do rio igual a 40 m.
67	P67			FL21	-15.81	-53.39	389	Tesouro	Batovi/Areado	50 km de Tesouro pela MT 110, Largura média do rio igual a 35 m.

Local	P	EMA	EFN	EFR	Lat	Long	Alt (m)	Município	Rio	Observações
68	P68			FL23	-15.73	-52.97	331	Pontal do Araguaia/ General Carneiro	das Garças	40 km de General Carneiro (sem acesso identificado). Largura média do rio igual a 90 m.
69	P69			FL25	-15.86	-52.51	305	Pontal do Araguaia/ Barra do Garças	das Garças	40 km de Barra do Garças pela MT 260. ). Largura média do rio igual a 110 m.
70	P70			FL27	-16.04	-51.82	301	Bom Jardim de Goiás/ Arenópolis/Montes Claros de Goiás	Piranhas/Caiapó	65 km de Piranhas pela GO 188. Largura média do rio igual a 70 m.
71	P71			FL30	-16.46	-51.37	475	Palestina de Goiás/ Ivolândia/Arenópolis	Bonito/Caiapó	110 km de Piranhas pela GO 471. Largura média do rio igual a 30 m.
72	P72			FL31	-17.06	-51.27	623	Caiapônia	do Peixe/Caiapó	150 km de Caiapônia, na GO 174. Largura média do rio igual a 35 m.
73	P73			FL32	-16.73	-51.22	486	Ivolândia/Caiapônia/ Palestina de Goiás	Caiapó	45 km de Iporá pela GO 221. Largura média do rio igual a 55 m.
74	P74			FL33	-16.23	-51.59	336	Diorama/Arenópolis	Caiapó	25 km de Arenópolis pela GO 060. Largura média do rio igual a 75 m.
75	P75			FL34	-16.12	-51.47	367	Montes Claros de Goiás/Diorama	das Almas	80 km de Diorama pela GO 174. Largura média do rio igual a 15 m.
76	P76			FL35	-15.88	-51.64	315	Montes Claros de Goiás	Dos Bois ou das Almas	35 km de Montes Claros de Goiás pela GO 070. Largura média do rio igual a 20 m.
77	P77			FL37	-16.20	-50.90	470	Israelândia/Jaupaci	Claro/dos Pilões	30 km de Israelândia pela GO 326. Largura média do rio igual a 100 m.
78	P78			FL38	-15.93	-51.35	315	Montes Claros de Goiás/Jussara	Claro	20 km de Montes Claros de Goiás pela GO 070. Largura média do rio igual a 100 m.
79	P79			FL39	-15.42	-51.70	272	Montes Claros de Goiás/Araguaiana	Araguaia	Largura média do rio igual a 80 m.
80	P80			FL40	-16.01	-52.32	304	Aragarças	Araguaia	Largura média do rio igual a 180 m.
81	P81			FL41	-16.67	-52.71	426	Baliza	Araguaia	Largura média do rio igual a 450 m.

via GSM (sinal de celular 2/3/4G). Nessa condição, será necessária a substituição de *modem* via satélite para *modem* GSM, e a inclusão de *chip* de dados da operadora de celular com sinal no local de instalação e custos de transmissão mensal. Nesse sentido, a localização dos pontos de monitoramento se deu preferencialmente na sede dos municípios para entender esse tipo de transmissão. O *modem* de transmissão deve atender características similares às do *modem* de transmissão via satélite quanto aos requisitos técnicos de transmissão.

Além dos meios automatizados, caso os mesmos apresentem falhas, a coleta dos dados pode ser realizada de forma manual, utilizando-se microcomputador com conexão direta com o *datalogger* via cabo USB ou RS-232. As coletas podem se realizar durante as visitas periódicas para manutenção dos pontos de monitoramento. Ao final da obtenção dos dados, via automatizada ou manual, os mesmos serão organizados em planilhas eletrônicas e armazenados em sistema de banco de dados em nuvem para evitar risco de perda de dados e facilitar o acesso para a análise de dados.

### 3. EQUIPE E ROTINA DE TRABALHO

Durante os anos de execução do Programa, serão necessários 7 funcionários, para os dois

primeiros anos, e 3 funcionários, para os outros 8 anos, entre os quais:

- a) **01 funcionário de nível superior com pós-graduação em Agrometeorologia e/ou Hidrologia:** para atuar como coordenador de equipe planejando as atividades e analisando dados no escritório;
- b) **06 técnicos com conhecimento em Hidrometria:** para atuar nas instalações dos equipamentos em campo e nas medidas manuais de vazão para construção da curva-chave, bem como para monitoramento da qualidade da água. Sugere-se, para os 2 primeiros anos, que esses profissionais façam as avaliações em duplas, ficando uma responsável pelas medidas de vazões menores (12 pontos), e outras 2 responsáveis por rios de maior vazão (29 pontos). Nos anos seguintes, esse grupo poderá ser reduzido para 2 técnicos. Já que a frequência de medição de vazão e qualidade da água será de 3 em 3 meses.
- c) **Diarista:** mensalmente, cada um dos 81 pontos deverá ser visitado por um colaborador local, responsável pela manutenção (limpeza da área e dos equipamentos em campo).

### RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o monitoramento hidrometeorológico, por meio dos postos de observação,

melhore a quantidade e a qualidade dos dados coletados e permita o registro do aumento da disponibilidade de água na microbacia hidrográfica do Alto Araguaia, como resultado indireto de ações como:

- minimização da erosão do solo e do aumento da infiltração da água no solo, a partir da construção de terraços e de bacias de contenção, a adoção de plantio direto, a recuperação e manutenção de matas ciliares e de reserva legal;
- promoção da recuperação de nascentes, as quais secam, principalmente devido à perda da vegetação que a circunda, impedindo que as raízes das árvores e outras vegetações transportem a água da chuva através do solo até o lençol freático;
- otimização do uso racional da água, principalmente, pelo manejo correto da irrigação.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA – AEB. **Estudo comparativo de soluções para o sistema de coleta de dados hidrometeorológicos (SCD-Hidro)**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Acesso em: 22 jun. 2020. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2013/09/EDITAL-DE-CONCORR%C3%8ANCIA-N%C2%BA-001-2013-SCD-HIDRO.pdf>.

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Medindo as águas do Brasil: noções de plu e fluviometria.** Agência Nacional de Águas, 2016. Brasília: Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, 2016. Manual Técnico.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Medição de descarga líquida em grandes rios.** 2. ed. Brasília: Superint. de Gestão da Rede Hidrometeorológica, 2014. Manual Técnico.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Orientações para elaboração do relatório de instalação de estações hidrométricas.** 2014. Brasília: Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, 2012. Manual Técnico.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Orientações para operação das estações hidrométricas.** Brasília: Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, 2012.
- AGMA, AGETOP, WWF e IMAGEM. **PDIAP – Projeto de Identificação de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade no Estado de Goiás.** Goiânia: AGMA, 2004. [Formato digital].
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira.** Rio de Janeiro: ABNT; 1997. 107 p.
- BARUA, S.; MUTTIL, N.; NG, A. W. M.; PERERA, B. J. C. Rainfall trend and its implications for water resource management within the Yarra River catchment, Australia. **Hydrological Processes**, v. 27, n. 12, p. 1727-1738, 15 jun. 2013.
- BAYAZIT, M.; ONOZ, B. To prewhiten or not to prewhiten in trend analysis. **Hydrological Sciences Journal**, v. 52, n. 4, p. 611-624, 2007.
- BRAGA, T. **Associados da Aprova Agricultura Sustentável apresentam estudo que mostra capacidade hídrica para irrigação no Vale do Araguaia.** 2017. <https://www.irrigoias.com.br/post/associados-da-aprova-agricultura-sustentavel-apresentam-estudo-que-mostra-capacidade-hidrica-para-ir>
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013/MMA/sbf.** Brasília: MMA, 2015.
- COELHO, L. S.; SILVA, J. F. R.; FARIAS, J. A. M. Análise comparativa dos medidores de descarga convencional (molinete) e medidores acústicos FlowTracker – ADV (Velocímetro Acústico Doppler) em medições a vau, nas sub-bacias 35/36 no Estado do Ceará. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, 2013.
- COMMETRO, **Recalque - Bench Mark ou Marco de Referência (MR)**, Mai 2020. Disponível em: <http://www.commetro.com.br/instrumento-detalhes/1/recalque-bench-mark-ou-marco-de-referencia-mr>. Acesso em: 20 maio, 2020.
- DEINES, L. K. (1999). “Backscatter estimation using broadband Acoustic Doppler Current Profilers”, in: S. P. Anderson, E. A. Terry, J. A. R. White, A. J. William, (Ed.). **Working Conference on Current Measurement**, 6, 1999, San Diego. Proceedings, San Diego, 1999. p.249-253.
- DELMÉE, G. J. **Manual de medição de vazão.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003..
- FEITOSA, A. C. F.; MANOEL FILHO, J. **Hydrogeologia – conceitos e aplicações.** CPRM - Serviço Fortaleza: Geológico do Brasil / Editora Gráfica LCR, 1997.
- FILL, H. H. Informações hidrológicas. In: **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos.** São Paulo: Nobel/ABRH, 1987.
- LEAL, M. S. **Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações.** Rio de Janeiro: CPRM, 1998.
- LOPES, W. T. A.; LEMOS, G. M.; SILVA, L. R. S.; SILVA, M. C. A. M.; PISCOYA, R. C. C. C.; GOME, A. O. & SANTOS, A. G. Sistema para Análise de Dados Hidrológicos - SiADH. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**,

- 10, 2013, Bento Gonçalves, **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2013.
- MINELLA, J. P. G. Avaliação parâmetros hidrossedimentométricos numa bacia do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v.1, n.1, jul./set., p. 54-60, 2004.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – SECRETARIA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO. Polo de irrigação sustentável do Vale do Araguaia. **Portaria MDR SDRU nº4**, de 24 de maio de 2019.
- MOTA, A. A.; GRISON, F.; GIGLIO, J. N.; KOBAYAMA, M. Instalação de uma pequena bacia experimental florestal: estudo de caso da bacia do Rio Araponga. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 77-80, 2017.
- NUÑEZ, D. N. C. **Evapotranspiração em bacia hidrográfica degradada** – o caso do córrego Cabeceira Comprida em Santa Fé do Sul, SP. Faculdade de Engenharia. Ilha Solteira, 2017. 130p. (Tese de Doutorado – Agronomia – Sistemas de Produção).
- OLIVEIRA, F. A. **Procedimentos, para aprimorar a regionalização de vazões**: estudo de caso da bacia do Rio Grande. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- PARK, G. S.; PARK, S. Y. Long-term trends and temporal heterogeneity of water quality in tidally mixed estuarine waters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n.12, p.1201-1209,2000.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENDELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- PEREIRA, S. **Recursos hídricos em veredas do bioma Cerrado no estado de Goiás**. 123f. Tese/Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2010.
- REVISTA RURAL. **Saiba onde estão os principais polos de agricultura irrigada**. Disponível em: <<https://www.revistarural.com.br/2020/03/26/saiba-onde-estao-os-principais-polos-de-agricultura-irrigada/>>.
- RIVAS, L. **Polos de Agricultura Irrigada já alcançam 530 mil hectares de área produtiva no Brasil**. Guaíba. Disponível em: <<https://guaiba.com.br/2019/10/14/polos-de-agricultura-irrigada-ja-alcancam-530-mil-hectares-de-area-produtiva-no-brasil/>>.
- RODRIGUES, L. N.; MARIOTI, J.; VARGAS, L. P.; SANO, E. E.; MARTINS, E. S. Bacia Experimental do Rio Buriti Vermelho: instrumentação, monitoramento e análise preliminar de dados. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2009.
- SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, 2001.
- SEN, P. K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. **Journal of the American Statistical Association**, v. 63, p. 1379-1389, 1968.
- SONTEK. **Manual do Usuário do ADV de Mão do FlowTracker Versão Firmware 3.7**. San Diego: SonTek/YSI, 2009.
- TAYLOR, P. **Rating curve and gauging information**. National Research FLAGSHIPS, Tasmânia. 2011.
- TAYLOR, P. **Rating curve and gauging information**. FLAGSHIPS, Tasmânia, 2011.
- TERABE, F. R. (2003). **Estudo sobre o uso do perfilador acústico de corrente por efeito Doppler (ADCP) para medição do transporte de sólido em suspensão**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Ed. Universidade UFRGS, 2002.
- VIEIRA, M. R.; GENERINO, A. M.; SILVEIRA, R. B. O. Método de alocação de pontos para monitoramento da qualidade de águas superficiais utilizado na RNQA. **Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. 7,

2014, Natal, **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION.

Global ozone research and monitoring project. In: **Scientific Assessment of Ozone Depletion**: 2003, Rep. 47, Geneva.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

(2018). **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. Ed.

2018 WMO-No. 8, Geneva. Disponível em: <[https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=12407#.XsWKz8DITIU](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12407#.XsWKz8DITIU)>.

XAVIER AC, KING CW, SCANLON BR (2015).

Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **Int J Climatol** 36(6):2644–2659. Available at: <<https://doi.org/10.1002/joc.4518>>.

## ANEXO 8

### MANUAL DE MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E MÉTRICAS DA PAISAGEM A PARTIR DE DADOS SATELITÁRIOS E PLATAFORMAS AÉREAS NÃO TRIPULADAS, VOLTADAS À RESTAURAÇÃO FLORESTAL

#### METODOLOGIA GERAL

- 1) O Projeto Executivo prevê o refinamento e a atualização do mapa de uso do solo para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, nos estados de Goiás e Mato Grosso, provido por imagens de satélite de alta resolução espacial (dados comercializados). O mapeamento deve garantir a caracterização das áreas pré-selecionadas (prioritárias; vide MDR-UFV, 2020), com escala cartográfica de detalhe (1 : 5.000, ou maior, a depender do satélite/produto disponível), especialmente na definição do ecossistema de referência e hidrografia, orientando as equipes empenhadas na recomposição da vegetação nativa e recuperação ambiental.
- 2) Este Projeto também define protocolos para o monitoramento temporal do índice de vegetação (NDVI), ao longo dos 5 anos de atividades, para as áreas com intervenção (restauração), com base em imagens de satélite de médio-alta resolução espacial

(CBERS 4A, Sentinel 2A/2B e/ou Landsat 8) e tecnologias de processamento em nuvem (Google Earth Engine).

- 3) Outros protocolos dizem respeito à realização de sobrevoos na área de estudo, por meio de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) ou *drones*, com atenção especial para os polígonos pré-selecionados nos dois estados, com indicação de recomposição da vegetação nativa com espécies de Cerrado. Tais levantamentos, de altíssima resolução espacial (escala centimétrica), devem garantir o monitoramento dos plantios de mudas, bem como das áreas destinadas à regeneração natural, ao longo de 5 anos (60 meses), orientado por critérios esclarecidos neste documento.
- 4) Com base nos mosaicos aerofotogramétricos (imagens aéreas georreferenciadas) e nos modelos digitais de superfície/terreno (produtos derivados desse levantamento), o Projeto Executivo deve garantir a localização precisa das áreas selecionadas para a restauração do ecossistema, com a demarcação de vértices e o cálculo de área, além da caracterização topográfica do terreno (ex. declividade, curvas de nível, fluxo de água no terreno). Tais informações garantirão a boa implantação dos projetos de recuperação, permitindo o acompanhamento

temporal, especialmente no primeiro, terceiro e quinto ano.

- 5) De posse desse conjunto de dados e informações (obtidas por satélites e *drones*), técnicas de processamento digital deverão ser aplicadas, com vistas à geração de métricas florestais ao longo do mencionado período. Imagens de satélites com resolução espacial médio-alta (sem custo) servirão de base para o cálculo de índices de vegetação (NDVI, vigor vegetacional), enquanto imagens aéreas subsidiarão a contagem automática de mudas, falhas de plantio, altura e largura de dossel, presença de espécies invasoras e doenças.

#### O QUE FAZER

A equipe responsável por esse conjunto de ações deverá cumprir as seguintes etapas elencadas abaixo, com vistas a atingir os objetivos do Projeto Executivo:

- 1) Seleção e aquisição de imagens de satélite de alta resolução espacial. Neste Projeto Executivo, solicita-se a aquisição de um conjunto de imagens de satélite multiespectrais (**contendo, pelo menos, as faixas do visível e infravermelho próximo**), com alta resolução espacial (**2 metros/pixel, ou maior**), cobrindo toda a área do Programa (**nos estados de Goiás e Mato Grosso**), com

o propósito de mapear o uso do solo e a cobertura vegetal remanescente em escala cartográfica de detalhe (1 : 5.000 ou maior), com data mais atualizada possível.

- 2) Mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal. A etapa de mapeamento, a ser realizada com técnicas avançadas de sensoriamento remoto (i.e., com algoritmos de classificação digital aplicados a cenas georreferenciadas), deve garantir a representação de dois grupos de classes temáticas:

2.1) Uso antrópico. As classes de uso antrópico incluem áreas de pastagem (naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária), agricultura (cultivos anuais e perenes), florestas plantadas (ex. espécies arbóreas como pínus e eucalipto) e áreas urbanas/edificações rurais.

2.2) Cobertura vegetal nativa. As classes de cobertura vegetal nativa devem seguir definição de Ribeiro & Walter (2008), englobando as formações campestres (predominância de estrato herbáceo: Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre), savânicas (predominância de estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo: Cerrado Sentido Restrito / típico, Cerrado denso, Cerrado ralo e Cerrado rupestre) e florestais (predominância de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo: Mata Ciliar, Mata de Galeria,

Mata Seca e Cerradão, além de florestas estacionais semidecíduais). Para mais informações sobre a etapa de mapeamento e respectiva chave de classificação, sugere-se uma consulta ao portal web do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig), da Universidade Federal de Goiás, seção “Chave de Interpretação dos Biomas” (<https://www.lapig.iesa.ufg.br/chave/>), com ilustrações para orientar a aquisição de amostras de treinamento para métodos de classificação automática com imagens de satélite.

- 3) Aerolevantamento com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). A equipe responsável deverá manusear plataformas aéreas do tipo VANT (asa-fixa e multirrotor), embarcados com sensores imageadores multiespectrais (ambos instrumentos e protocolos detalhados no próximo tópico), visando ao monitoramento das áreas selecionadas para restauração do ecossistema de referência (submetido ao plantio de mudas ou regeneração natural), de acordo com cronograma. Tais levantamentos deverão atender a pelo menos 50% de toda as áreas selecionadas para recomposição (i.e., com intervenção), divididas entre os estados de Goiás e Mato Grosso, a cada 6 meses, até o final do Programa.

- 4) Modelagem altimétrica com dados do VANT. Com base nos levantamentos com plataformas áreas, solicita-se a geração e análise do respectivo Modelo Digital de Superfície (MDS) e de seus modelos derivados – Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Elevação (MDE). Tais modelos são essenciais para as análises dos alvos na superfície (ex. plantios de árvores), de forma integrada à mesma (MDS), isolada (MDE), ou apenas com a morfologia do terreno (MDT), indicando a declividade, hipsometria, curvas de nível, áreas de acúmulo de água e erosão.

- 5) Geração de métricas florestais com dados do VANT. As imagens obtidas pelos VANTs, após processamento e técnicas aplicadas em *softwares* específicos para fotos aéreas (mosaicos ortorretificados) e Sistemas de Informações Geográficas, subsidiarão as métricas florestais em escala de detalhe. Esses produtos são importantes para definição e caracterização das áreas selecionadas, acompanhamento dos plantios e determinação da taxa de sucesso, de acordo com conceitos florestais aplicados pelas equipes de plantio/restauração de ecossistema. Os parâmetros solicitados são: índice de vegetação (NDVI / vigor vegetacional), contagem de indivíduos arbóreos, identi-

cação de espécies invasoras (ex. forrageiras empregadas em pastagens locais), altura de indivíduos arbóreos, falhas de plantio, cálculo de volume / índice de área foliar / biomassa (seca e verde), índice de exposição do solo e índice de risco a queimadas (devido ao volume de biomassa seca).

- 6) Comparadas com as análises realizadas por meio de satélites, as imagens obtidas por VANTs têm a capacidade de fornecer um nível de detalhe altamente refinado para a priorização da restauração da vegetação nativa, como, por exemplo, nas Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e Reservas Legais (RLs), seguindo um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e/ou Alteradas (PRADA) (GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2020). Levantamentos semelhantes foram realizados por Silgueiro et al. (2017), em imóveis rurais em Alta Floresta/MT, indicando a utilização de *drones* para o planejamento, a implantação da restauração e a verificação dos indicadores florestais de forma precisa.
- 7) Monitoramento do índice de vegetação (NDVI). Com base em imagens de satélite de resolução espacial médio-alta (10 a 30 metros/pixel), obtidas de forma gratuita das plataformas de dados do INPE, ESA e NASA (sensores orbitais CBERS 4A, Senti-

nel 2A/2B e/ou Landsat 8), será realizado o monitoramento mensal do índice de vegetação (NDVI), ao longo dos 5 anos de atividade (iniciando-se no ano 2). Tal monitoramento deve abranger todas as áreas em restauração, selecionadas entre as áreas prioritárias, como forma de mensurar os avanços do Programa Juntos pelo Araguaia.

- 8) Validação dos resultados. A equipe responsável pela etapa sensoriamento remoto e uso do solo deverá consultar literatura científica relacionada ao tema e definir protocolos para a obtenção das referidas métricas da paisagem/florestais. Para tanto, faz-se importante uma etapa de validação dos produtos e resultados, em comparação com inventários de campo realizados pelas equipes de restauração do ecossistema.

## COMO FAZER

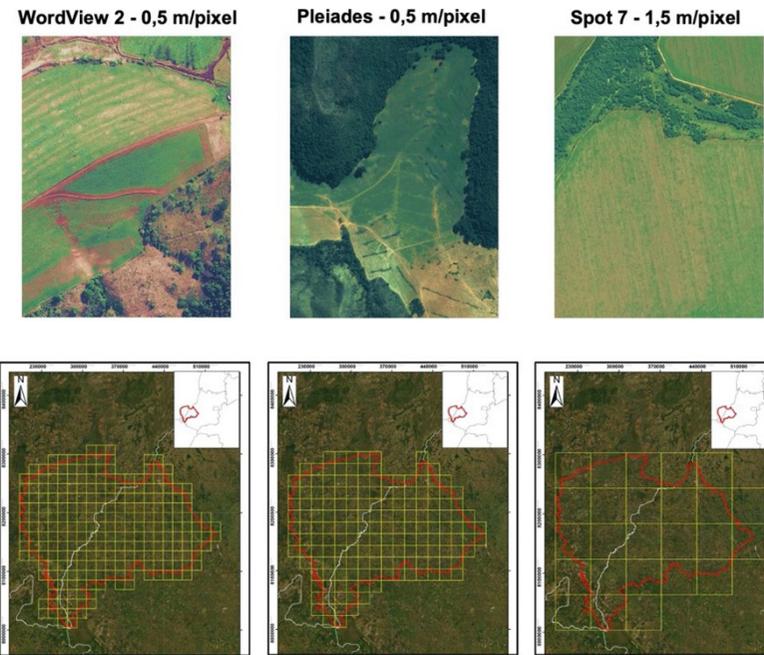
- 1) Sobre a seleção e aquisição de imagens em nível orbital, são apresentados abaixo alguns exemplos de plataformas com resolução espacial elevada, com o propósito de atualizar e refinar o mapa de uso do solo para toda a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia. Atualmente, o mercado de geotecnologias oferece uma vasta lista de plataformas orbitais, com sensores imageadores que atendem ao requisito mínimo de resolução espacial indicada para este Projeto, ou seja, 2 metros/pixel (Figura 1), como exemplos o **Worldview 2** (~0,50 m), **Pléiades** (~0,50 m) e **Spot 7** (~1,5 m). Para uma ideia aproximada do número de cenas necessárias para recobrir a área de interesse (nos estados de Goiás e Mato



**Figura 1** Constelação de satélites comerciais, com resolução espacial menor ou igual a 2 metros/pixel. Modificada de Visiona Tecnologia Espacial (<https://www.visionaespaical.com.br/sensoriamento-remoto>).

Grosso), tem-se o seguinte para cada plataforma: no **Wordview 2**, com resolução espacial de 0,5 m, cada cena cobre uma área aproximada de 269 km<sup>2</sup>, sendo necessárias aproximadamente 200 cenas para toda a área de estudo. No **Pléiades**, com resolução espacial de 0,5 m por pixel, cada cena cobre uma área aproximada de 400 km<sup>2</sup>, sendo necessárias aproximadamente 135 cenas para recobrir toda a área de estudo. No **Spot 7**, com resolução espacial de 1,5 m, cada cena cobre uma área aproximada de 3.600 km<sup>2</sup> (60 x 60 km), sendo necessárias aproximadamente 25 cenas para toda a área de estudo. Representantes comerciais desses satélites, ou de outros instrumentos semelhantes, deverão ser consultados pelos responsáveis por esta etapa.

A Figura 2 ilustra o nível de detalhe dessas imagens para o mapeamento do uso do solo, seguido pela representação (aproximada) do *grid* de cenas. Análise de custo-benefício ficará a cargo da equipe responsável, desde que mantidos os padrões mínimos de qualidade e escala cartográfica (a saber: imagens multiespectrais, com faixas no visível e infravermelho próximo, e resolução espacial de 2 metros/pixel, ou maior).



**Figura 2** Exemplos de imagens de alta resolução espacial em áreas rurais, obtidas pelos satélites WordView 2, Pléiades e Spot 7, com respectivo número de cenas necessárias para recobrimento (estimativa).

Fonte: Santiago & Cintra, Engesat / Digital Globe / AIRBUS Defence & Space.

2) O mapeamento de uso do solo para a área de interesse do Projeto, etapa subsequente à aquisição das cenas de satélites, deverá ser realizado em *software* de processamento de imagens e/ou geoprocessamento (SIG), a partir da seleção de amostras de treinamento para cada classe temática (classes antrópicas e nativas), com aplicação de algoritmos de classificação supervisionados ou por redes neurais (aprendiza-

do de máquina) (ZANETTI et al., 2017), com índice Kappa igual ou superior a 0,8 (qualidade excelente; AMARAL et al. 2009). Uma validação de campo também é sugerida, a qual poderá ser realizada concomitantemente às campanhas de aerolevante aéreo. Solicita-se nível de acerto igual ou superior a 80%, com possibilidade de revisão/correção, ou mudança de algoritmo/método de classificação.

- 3) A respeito do monitoramento do índice de vegetação para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, este será realizado com imagens de satélite gratuitas, com resolução espacial de 10 a 30 metros, dependente da disponibilidade de dados das plataformas do INPE, ESA e NASA, de forma que seja acompanhado o reflorestamento ou a regeneração natural das áreas selecionadas como prioritárias, indicando a evolução do Projeto ao longo do período de atividade (5 anos, com início do monitoramento no ano 2, quando a vegetação plantada ou regenerada começa a ganhar porte necessário para sua identificação em tal conjunto de dados). Esse processo de acompanhamento será realizado com apoio da plataforma Google Earth Engine, empregando-se algoritmos, base de dados e processamento em nuvem. Os resultados dessa análise serão apresentados na forma de mapas e gráficos temporais, sempre buscando-se avaliar a evolução ao longo do tempo, inclusive comparando-se com áreas vizinhas sem intervenção alguma.
- 4) Protocolos para geração de indicadores ambientais ou métricas florestais, a partir de imagens geradas com plataformas aéreas, já são encontrados na literatura científica, especialmente para áreas em

restauração ecológica, com destaque para metodologias descritas em Giongo (2010); Albuquerque et al. (2017 e 2020); Silgueiro et al. (2017), Almeida et al. (2019), D’oliveira et al. (2020). Recomenda-se o uso desses protocolos para a identificação de espécies invasoras, altura e número de indivíduos arbóreos, mortalidade, densidade de dossel, índice de área foliar, falhas de plantio, entre outros. A análise e o acompanhamento desses parâmetros serão de responsabilidade da equipe executora deste Projeto, com validação a partir de inventários florestais a serem realizados em parcelas amostrais.

- 5) O levantamento aéreo com VANT (*drones*) deverá ser realizado somente por equipe com comprovada experiência (ou capacidade em ações promovidas por este Projeto), dadas as exigências legais para a operação desse instrumento, regulamentadas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Neste Projeto, deverão ser utilizadas duas categorias de Veículos Aéreos Não Tripulados: 1) asa-rotativa (multirrotores), destinados para áreas de até 50 hectares; e 2) asa-fixa, indicado para o sobrevoo de áreas maiores, entre 50 e 400 hectares (ou maiores, a partir de múltiplos sobrevoos). Detalhes desses instrumentos e suas categorias

podem ser encontradas em Albuquerque et al. (2017) e Alves Jr. et al. (2018).

Os VANTs adquiridos e manuseados neste Projeto deverão ser da Classe 3 (microvants, de até 25 kg), cadastrados na ANAC, seguindo regulamentação específica RBAC-E, nº 94 (ANAC, 2020). Todos os voos precisam ser autorizados pelo DCEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), por meio da plataforma web SARPAS (Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas; <https://servicos.decea.gov.br/sarpas/>). Todos os equipamentos deverão ser de propulsão elétrica, com autonomia de voo mínima de 25 min para os multirrotores e de 1 hora para os de asa-fixa. A Figura 3 ilustra equipamentos nessas duas categorias, em distinguir marcas ou modelos.

- 6) Aquisição de plataformas aéreas. Indica-se a aquisição de plataformas aéreas por parte da equipe executora, atendendo de forma simultânea os levantamentos aéreos nos estados de Goiás e Mato Grosso (capacitação de duas equipes), e promovendo, assim, com maior agilidade, o monitoramento das áreas em restauração (com plantios e em regeneração natural), selecionadas para o controle de qualidade ao longo dos 5 anos de Projeto.

**Categoria Asa-rotativa**    **Categoria Asa-fixa**

**Figura 3** Exemplos de VANTs com propulsão elétrica, divididos nas categorias asa-rotativa (multirrotores) e asa-fixa, conforme indicado no Projeto.

As aeronaves (VANTs ou *drones*) estão divididas em três grupos: a) pequenos multirrotores, extremamente portáteis, ideais para pequenas áreas (ex. até 20 ha, num único sobrevoo), já integradas com sensor RGB; b) multirrotores “médios”, mais robustos e versáteis, para áreas de tamanho médio (ex. de 20 a 50 ha, num único sobrevoo), eventualmente com necessidade de imageamento com sensores multiespectrais (i.e., que incluem a faixa do infravermelho próximo) ou *laser* (LIDAR); c) plataforma asa-fixa, para recobrimento de áreas maiores (ex. a partir de 50 ha, até 400 ha, num único sobrevoo), com necessidade de maior precisão aerofotogramétrica (siste-

ma de navegação/GNSS aprimorado, preparado para correção em tempo real ou pós-processamento (modo RTK/PPK). As especificações técnicas e quantidade estão listadas no orçamento.

- 7) Aquisição de sensor imageador multiespectral. Para análises mais criteriosas da cobertura vegetal e caracterização de áreas focais em restauração florestal, indica-se a utilização de uma câmera multiespectral (com bandas no visível e infravermelho próximo), permitindo a realização de análises espectrais nas distintas tipologias em recuperação, análise de indicadores e crescimento de espécies, e geração de índices de vegetação calibrados. Esse instrumento pode ser acoplado tanto no multirrotor de porte “médio”, quanto no asa-fixa, pois ambos possuem maior capacidade de carga, autonomia de voo e preparação para receber tal instrumento sensor (sempre integrado ao computador de bordo).

Normalmente, a câmera multiespectral possui 5 (cinco) bandas estreitas de alta resolução espectral e, em alguns casos, um canal na banda térmica, podendo gerar imagens multiespectrais e térmicas da área sobrevoada, de forma simultânea (quando com ambos sensores). Esse tipo de instrumento acompanha um painel de reflectância cali-

brado, para aquisição de informações das condições do ambiente e iluminação solar, antes e após os sobrevoos, possibilitando assim a calibração espectral para cada uma das bandas multiespectrais. Tal instrumento deve ser acompanhado também por um sensor para a captação de iluminação solar e GNSS integrado (ex. receptor GPS/GLONASS), o que possibilita a obtenção de informações de irradiância, ângulo do Sol e posicionamento geográfico ao longo de cada fotografia adquirida. As especificações técnicas estão listadas no orçamento.

- 8) Aquisição de sensor a *laser* de precisão. Um segundo instrumento sensor indicado ao projeto é o LiDAR (Light Detection and Ranging), com reconhecidas vantagens frente aos sensores ópticos, especialmente no levantamento de métricas florestais e do relevo (DALMOLIN e SANTOS, 2002). Seu uso no Projeto é indicado para fases intermediárias e finais, quando as áreas em recomposição vegetal e recuperação ambiental estiverem com uma copa de árvores em formação ou com o dossel fechado, considerando-se também a presença de sub-bosque. Por ser um sensor mais caro e de operação mais complexa, sua utilização será orientada para algumas poucas áreas amostrais (entre 5 e 10% da área total

dos plantios, nos dois estados do Projeto), como forma de calibrar os resultados/métricas obtidas com as câmeras RGB e multiespectrais (estas mais baratas, simples e fáceis de operar).

Com o LiDAR, será possível gerar representações em 3D do bosque e do sub-bosque, para ilustrar o nível de recuperação, referente às fases do Projeto (ao longo de 5 anos), ou quantificar volume de madeira plantado, a altura do dossel, a forma do terreno, o material não lenhoso na superfície e número de indivíduos arbóreos (com diferentes idades) (ZANDONÁ et al., 2008). Ou seja, tudo que estiver envolvido com a estratificação da vegetação, dada sua capacidade de penetrar nas porções de mata fechada (FERREIRA et al., 2019). Entendendo que alguns métodos de recuperação serão testados pelas equipes de engenheiros florestais, com o LiDAR será possível avaliar de forma mais precisa o desempenho de cada método, observando-se o enriquecimento e métodos de agrupamentos de espécies, isolamento da área, entre outras condições. Tais informações do LiDAR devem ser combinadas com amostragem de campo em parcelas, i.e., com dados biométricos e fitossociológicos, sob responsabilidade das equipes de plantios.

9) Aquisição de computadores. Neste Projeto é prevista a geração de um volume inédito de dados, entre imagens de satélites, fotos/mosaicos aéreos, filmagens, mapas, fotografias de campo, levantamentos com GNSS e outros produtos digitais. Haverá, portanto, demasiado desempenho computacional, tanto para processamento quanto para gestão de banco de dados. Por esse motivo, indica-se a aquisição de computadores (*desktops* servidores) com configurações específicas, destinados ao processamento das imagens de satélites, fotos aéreas e dados de LiDAR obtidos com os VANTs. Esse processamento garantirá também outros produtos cartográficos, derivados dos ortomosaicos, tais como índices de vegetação (para medir a qualidade ecológica da área em recomposição vegetal), modelos digitais de terreno, métricas florestais dos plantios, etc.

Uma configuração recomendada para esses equipamentos é a seguinte: processador Intel i9 ou AMD Ryzen, com no mínimo 4700 MHz, placa de vídeo dedicada de 8 GB a 16 GB, memória RAM de 64 GB, SSD NAND M.2 de 1 TB para sistema operacional e disco rígido de 4 TB, @ 7.200 rpm. As máquinas serão alocadas nas instituições participantes, preferencialmente nos estados de

Goiás e Mato Grosso, dividindo esforços de processamento e manutenção de banco de dados entre as equipes do Programa Juntos pelo Araguaia. Demais especificações e quantidades estão listadas no orçamento. Além de *Desktops*, serão necessários *notebooks* para as seguintes atividades: planejamento e controle das missões com os VANTs (especialmente com VANT asa-fixa), garantindo também a realização de um processamento preliminar em campo (conferência da qualidade das fotos aéreas, pré-mosaico/modelos) e armazenamento de dados. As configurações mínimas para atender a essas demandas são: processador Intel i7, quadcore, placa de vídeo integrada 4 a 8 GB, memória RAM de 8 a 16 GB e disco rígido de 1 TB, @ 7.200 rpm. Os equipamentos permitirão a operação simultânea de asa-fixa pelas equipes estudais (Goiás e Mato Grosso), provendo também um apoio às equipes responsáveis pelos VANTs multirrotores. Demais especificações e quantidades estão listadas no orçamento.

10) Aquisição de dispositivos móveis. Nas operações com multirrotores, incluindo etapas de planejamento de missões e execução dos sobrevoos, indica-se o uso de dispositivos móveis, da categoria *tablet*, com sistema operacional IOS, 64 a 128 GB de arma-

zenamento, e 2 a 4 GB de memória RAM. Os equipamentos atenderão de forma simultânea as equipes de Goiás e Mato Grosso. Outra função essencial desses equipamentos se dá pelo registro de fotos e vídeos em amostras de campo, com breve descrição dos atributos observados pelos analistas. Demais especificações e quantidades estão listadas no orçamento.

- 11) *Softwares* de processamento e tratamento de imagens. As sequências de fotos dos aerolevamentos deverão ser processadas em *softwares* específicos, tidos como “profissionais” (i.e., com licenças comerciais), os quais interpretam vários parâmetros automáticos, como resolução espacial (GSD ou tamanho do pixel no terreno), sobreposição longitudinal e latitudinal entre as fotos, parâmetros da atitude da aeronave e do sensor (movimentos involuntários), posicionamentos por GNSS e velocidade da aeronave. Com tais parâmetros, é possível gerar os mosaicos aerofotogramétricos (com distorções geométricas mínimas) e os Modelos Digitais de Superfície/Terreno/Elevação (i.e., dados altimétricos da superfície/paisagem, dados apenas do terreno, e dados apenas dos objetos/alvos sobre o terreno, respectivamente). Cada licença deve propiciar o uso simultâneo em duas

máquinas, a serem utilizadas nos *notebooks* e *desktops* do Projeto, em demandas externas e de gabinete, tanto em Goiás quanto em Mato Grosso.

*Software* para mapeamento e análises espaciais. Outra categoria de *software* necessária ao Projeto é conhecida como Sistema de Informações Geográficas (SIG), voltada para elaboração de mapas (classificação temática/leiautes para relatórios) e análises espaciais, especialmente com os mapeamentos de uso do solo gerados com imagens de satélite e por plataformas aéreas. Não é obrigatória a aquisição de uma licença fixa (comercial), uma vez que versões open source estão disponíveis para esta categoria de *software*, embora haja diferença de desempenho. Se houver aquisição de licenças, essas serão utilizadas de forma concomitante pelas equipes nos estados de Goiás e Mato Grosso.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 1) Mapeamento do uso do solo em escala cartográfica de detalhe (1 : 5000, ou maior) para toda a extensão do Projeto, gerado com imagem de satélite de alta resolução espacial (2 metros/pixel, ou maior);
- 2) Monitoramento temporal do índice de vegetação (NDVI) para toda a extensão do

Projeto, com foco nas áreas em restauração do ecossistema, por meio de imagens satelitárias com médio-alta resolução espacial, com a geração de mapas e gráficos, a partir do ano 2 (até o ano 5).

- 3) Mosaicos aerofotogramétricos de, pelo menos, 50% das áreas selecionadas para a restauração com plantios ou regeneração natural;
- 4) Modelos digitais de superfície, terreno e elevação para cada uma das áreas sobrevoadas com *drones*, com utilidade para todas as equipes do Programa Juntos pelo Araguaia;
- 5) Conjunto de métricas florestais para cada uma das áreas sobrevoadas com *drones*, com aplicação para todas as equipes do Programa Juntos pelo Araguaia;
- 6) Banco de dados geográfico, incluindo compilação de mapas digitais e imagens atuais de satélite e *drones*, gerado e organizado para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia, com utilidade para todas as equipes do Programa Juntos pelo Araguaia.

### REFERÊNCIAS

AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A. L. DE; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; MARTINS, S. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; LANA, J. M. DE. Avaliação e comparação de métodos de

- classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. **Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p. 575-582, 2009
- ALBUQUERQUE, R. W.; COSTA, M. O.; FERREIRA, M. E.; JORGE, L. A. C.; SARRACINI, L. H.; ROSA, E. O.; TAVARES, L. F. S. Qualitative effectiveness of Unmanned Aerial Vehicles for monitoring forest restoration in Brazil: a brief review. **International Journal of Current Research**, v. 9, p. 50802-50806, 2017.
- ALBUQUERQUE, R. W.; COSTA, M. O.; FERREIRA, M. E.; CARRERO, G. C.; GROHMANN, C. H. Remotely Piloted Aircraft Imagery for Automatic Tree Counting in Forest Restoration Areas: A Case Study in the Amazon. **Journal of Unmanned Vehicle System**, p. 1-17, 2020.
- ALMEIDA, D. R. A.; BROADBENT, E.; ZAMBRAÑO, A. A.; WILKINSON, B.; FERREIRA, M. E.; CHAZDON, R.; MELI, P.; GORGENS, E.; SILVA, C. A.; STARK, S.; VALBUENA, R.; PAPA, D.; BRANCALION, P. Monitoring the structure of forest restoration plantations with a drone-lidar system. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 79, p. 192-198, 2019.
- ALVES JR., L. R.; FERREIRA, M. E.; CORTES, J. B. R.; JORGE, L. A. C. High accuracy mapping with cartographic assessment for a fixed-wing remotely piloted aircraft system. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 12, p. 1-22, 2018.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial - RBAC-E no. 94. **Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil** (Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017). Disponível em: <[https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo\\_norma/RBACE94EMD00.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf)>. Acesso em: 29 julho, 2020.
- DALMOLIN, Q.; SANTOS, D. R. **Sistema laser scanning**: conceitos e princípios de funcionamento. Curitiba, UFPR, 2002. 111p.
- D'OLIVEIRA, M. V. N.; BROADBENT, E.; OLIVEIRA, L. C.; ALMEIDA, D. R. A.; PAPA, D. A.; FERREIRA, M. E.; ZAMBRANO, A. M. A.; SILVA, C. A.; AVINO, F. S.; PRATA, G. A.; MELLO, R. A.; FIGUEIREDO, E. O.; JORGE, L. A. C.; ALVES Jr., L. R.; ALBUQUERQUE, R. W.; BRANCALION, P. H. S.; WILKINSON, B.; COSTA, M. O. Aboveground Biomass Estimation in Amazonian Tropical Forests: a Comparison of Aircraft-and GatorEye UAV-borne LiDAR Data in the Chico Mendes Extractive Reserve in Acre, Brazil. **Remote Sensing**, v. 12, p. 1-19, 2020.
- FERREIRA, M. E.; ALVES Jr., L. R.; ALBUQUERQUE, R. W.; BROADBENT, E.; ALMEIDA, D. R. A.; AVINO, F. S.; CEZARE, C. H. G.; ZAMBRAÑO, A. M. A.; WILKINSON, B.; COSTA, M. O. Monitoring the Brazilian savanna with Lidar and RGB sensors onboard remotely piloted aircraft systems. In: **International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)**, Yokohama, p. 9240-9243, 2019.
- GIONGO, M.; KOEHLER, H. S.; MACHADO, S. do A.; KIRCHNER, F. F.; MARCHETTI, M. LiDAR: princípios e aplicações florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 231-244, 2010.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Legislação estadual, Decreto 1491, de 15 de maio de 2018, que regulamenta o detalhamento de caráter específico e suplementar do Programa de Regularização Ambiental - PRA e formas de regularização ambiental dos imóveis rurais no Estado de Mato Grosso**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360087>>. Acesso em 29 julho, 2020.
- MDR-UFV. **Projeto Juntos pelo Araguaia**. Metodologia de definição de Áreas Prioritárias para Recuperação Ambiental. Relatório final. Universidade Federal de Viçosa, abril, 2020.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e flora** (S. M. Sano, S. P. Almei-

da & J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. p.151 -212, 2008.

SILGUEIRO, V. F.; BUTTURI, W.; OTTONELLI, BONA, D. A. O.; MULLER, E. O.; BARRETO, L. B.; NUNES, G. M. Uso de imagens obtidas com veículo aéreo não tripulado (VANT) para verificação do indicador de cobertura do solo no monitoramento da restauração florestal. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, p. 2940-2947, 2017.

ZANDONÁ, D. F.; LINGNAU, C.; NAKAJIMA, N. Y. Varredura a Laser aerotransportado para estimativa de variáveis dendrométricas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 295-306, 2008.

ZANETTI, J.; BRAGA, F. L. S.; DUARTE, D. C. DE O. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem máxima verossimilhança, distância euclidiana, paralelepípedo e redes neurais em imagens VANT, utilizando o método de exatidão global, índice Kappa e o TAU. In: **IV Simpósio Brasileiro de Geomática – SBG 2017 / II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica – CTIG 2017**, p. 244-250. Presidente Prudente - SP, 24-26 de julho, 2017.

## ANEXO 9

### MANUAL DE IMPLANTAÇÃO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO

#### METODOLOGIA GERAL

Para atingir o objetivo de restaurar 10.000 ha na bacia do Rio Araguaia, contemplando-se os estados de Mato Grosso e Goiás, considerando uma média de 7.000 (sete mil) hectares de ações de recomposição da vegetação nativa, serão necessários implantar unidades de produção capazes de produzir cerca de 4.000.000 (quatro milhões) de mudas por ano, com aproximadamente 80 espécies diferentes, além da captação dos locais para ações de regeneração natural, controle de invasoras, adensamento, enriquecimento, nucleação, semeadura direta, plantio de mudas em sistema agroflorestal. No monitoramento da recomposição da vegetação, serão empregadas metodologias de mensuração contínua de determinados indicadores ambientais, por meio de avaliações ao longo do tempo, que servirão como base para a verificação do funcionamento e da dinâmica da área restaurada com indicadores selecionados.

Após a captação dos locais a serem restaurados, um diagnóstico deverá ser elaborado para identificação do ecossistema de referência e

definição da estratégia de restauração, considerando-se as fitofisionomias do bioma Cerrado. Entre as estratégias, estão: Regeneração natural, Controle de invasoras, Adensamento, Enriquecimento, Nucleação, Semeadura direta (arbóreas e gramíneas), Plantio de mudas, Sistema agroflorestal.

No monitoramento da recomposição da vegetação, serão empregadas metodologias de mensuração contínua de determinados indicadores ambientais, por meio de avaliações ao longo do tempo, que servirão como base para a verificação do funcionamento e da dinâmica da área restaurada. Os indicadores selecionados poderão ser aplicados a qualquer das metodologias de restauração florestal supracitadas. O monitoramento de cada indicador dependerá do estágio (tempo) em que o processo de restauração se encontra, uma vez que determinados processos ecológicos e atributos funcionais só se expressarão na área a partir de um determinado período. As suas fases serão então divididas em: (i) implantação (1-12 meses); (ii) pós-implantação (12-36 meses) e (iii) vegetação formada (após 48 meses).

O monitoramento nutricional será dividido em duas fases, sendo a primeira realizada em condições das mudas em viveiro, e a segunda

após a implantação e monitoramento das espécies nativas em condição de campo. As informações e diagnósticos da primeira fase permitirão definir ações que garantirão que todas as mudas estejam nutricionalmente equilibradas e aptas para o plantio no campo, enquanto nos da segunda fase deverão ser realizados ajustes quanto ao manejo nutricional, como a aplicação de fertilizantes necessários para o bom desenvolvimento das espécies nativas cultivadas nas áreas selecionadas.

#### O QUE FAZER

- Elaboração de materiais para a capacitação de recursos humanos.
- Coleta de propágulos, beneficiamento e armazenamento; esta etapa deve ser contínua.
- Escolha dos locais para implantação dos viveiros permanentes.
- Aquisição de insumos e construção dos viveiros permanentes.
- Testes em sementes e produção de mudas.
- Definição de estratégia de restauração.
- Preparo de área de plantio, transporte de mudas e campanha de plantio/semeadura, quando necessários, ou construção de cercas, caso seja a opção.
- Avaliação temporal/ monitoramento da recomposição da vegetação.

- Monitoramento nutricional de mudas em viveiro e no campo.

## COMO FAZER

- Redigir manuais para cada etapa da capacitação e assunto a ser tratado, organizar espaço para as aulas, campo e laboratório, organizar cronograma de capacitação.
- Organizar cronograma de campanhas de coleta conforme calendário de frutificação de espécies de Cerrado. Após a coleta, levar o material para beneficiamento e posterior armazenamento de sementes.
- Os locais dos viveiros devem possuir a área determinada para produção de mudas que atenda ao Projeto, água em quantidade e qualidade satisfatória, energia elétrica de fácil acesso, área plana ou com pouca declividade, área com pleno sol e áreas com possibilidade de instalação de edificações.
- Os insumos devem ser adquiridos antes do início da produção de mudas; e, para alguns itens, antes da capacitação, pois serão utilizados para tal atividade. Com as áreas determinadas para construção dos viveiros, os materiais deverão ser adquiridos e contratada a mão de obra para construção;
- Para definição da estratégia de restauração, deve-se ir a campo após a captação das áreas e com o objetivo de conhecer tipo

de solo, ecossistema do entorno predominante, capacidade de resiliência. Captação de imagens aéreas com veículo aéreo não tripulado são fundamentais para o planejamento e o restante do trabalho deverá ser executado no escritório.

- O viveiro deve estar em pleno funcionamento e com possibilidade de expedição de mudas antes do período chuvoso, de forma que, logo após a definição da estratégia, a campanha de intervenção na área possa ser iniciada.
- Deve-se contar com maquinário dos produtores rurais da região para preparo da área, quando necessário, e iniciar-se a construção do viveiro temporário em local que atenda várias propriedades. O transporte das mudas dos viveiros permanentes para os viveiros temporários ocorrerá conjuntamente à etapa de preparo da área, pois as mudas não devem permanecer tempo excessivo no local. A campanha de plantio/semeadura/instalação de cerca necessitará de mão de obra a ser contratada.
- O monitoramento da recomposição vegetal deverá ter início com o estabelecimento de um delineamento amostral adequado e padronizado, coerente na definição da unidade amostral e do tamanho ótimo da amostra (suficiência amostral). Na sequência, proce-

der à coleta de dados sobre os indicadores ecológicos, através da alocação de parcelas permanentes retangulares medindo 25 x 4 metros (100 m<sup>2</sup>), que deverão ter suas coordenadas UTM registradas. Os indicadores de monitoramento selecionados deverão de avaliados de acordo com a fase do Projeto, conforme segue: (i) Fase de implantação: avaliação de solo-substrato; existência de cobertura vegetal mesmo que seja herbácea; avaliação da cobertura da área por gramíneas exóticas agressivas; profundidade da cova (plantios) e avaliação dos indivíduos plantados e/ou dos regenerantes naturais.

(ii) Fase pós-implantação: avaliação dos indivíduos plantados; avaliação da regeneração natural e avaliação da cobertura de gramíneas.

(iii) Fase de vegetação restaurada: avaliação dos indivíduos plantados ou das áreas com condução da regeneração natural; aspectos fisionômicos da vegetação restaurada (estratificação); avaliação da chegada de outras formas de vida; avaliação da regeneração natural; avaliação da cobertura de gramíneas e avaliação da fauna.

- No monitoramento nutricional das espécies cultivadas no viveiro, deverá ser realizada a

caracterização e confirmação das informações obtidas pelo substrato comercial a ser utilizado, através de análise química prévia, com intuito de se verificar a disponibilidade de nutrientes para as espécies; monitoramento nutricional das espécies cultivadas no viveiro, mediante amostragens aleatórias para a determinação do conteúdo de nutrientes em cada compartimento da planta (raiz, caule e folha). Após o início do plantio das mudas bem como do semeio das espécies gramíneas a lançar, também deverá ser realizado o monitoramento quanto a sua nutrição através de coletas e análises químicas de folhas recém-maduras, bem como de amostras de solo para avaliação do estado nutricional e calibração de adubação e tratos culturais.

- Realização de monitoramento capaz de redefinir a trajetória ambiental das áreas do Programa em processo de restauração, em caso de declínio ou com evidências de baixo potencial de sustentabilidade futura.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição estratégica das áreas de restauração considerando-se as fitofisionomias do bioma Cerrado.
- Capacitação de recursos humanos.
- Estruturação de viveiros com capacidade produtiva de 4 milhões de mudas por ano, de 80 espécies, por ano, aplicadas na recuperação das áreas prioritárias do Programa.
- Taxa de replantio de mudas abaixo de 15%.
- Cobertura de solo superior a 50% um ano após o plantio.

## ANEXO 10

### MANUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

#### METODOLOGIA GERAL

A restauração deve buscar reconstruir as estruturas ecológicas que foram perdidas pela degradação ambiental, garantindo a sustentabilidade dos ecossistemas, em vez de ter como objetivos a recomposição precisa das espécies perdidas ou a recuperação de toda uma paisagem igual à do passado (CHOI, 2007).

No entanto, é essencial identificar pelo menos um ecossistema de referência que contenha uma série de características ambientais, de acordo com o histórico de ocupação da área para avaliar o sucesso de projetos de restauração (ARONSON et al., 1995; WHITE & WALKER, 1997; ENGEL & PARROTA, 2008). Independentemente da complexidade da metodologia da restauração ou do seu enfoque, as informações sobre o ecossistema que se pretende restaurar são fundamentais para fornecer a base teórica para a restauração (ENGEL & PARROTA, 2008) bem como para a tomada de decisões na restauração, pela necessidade de se ter maior conhecimento sobre o ecossistema em que se está trabalhando. O conhecimento

sobre ecossistemas primitivos pode tornar-se uma importante ferramenta para a construção de modelos preditivos das trajetórias sucessionais, como, por exemplo, estimar o tempo necessário para que as comunidades em restauração ou em regeneração natural atinjam os valores de referência da floresta madura, para diferentes atributos de estrutura e de biodiversidade (LIEBSCH et al., 2007; LIEBSCH et al., 2008).

De acordo com a Sociedade Internacional para Restauração Ecológica (SER 2020), um ecossistema restaurado tem de ter:

- Espécies e estrutura de um ecossistema de referência
- Maioria de espécies nativas
- Todos os grupos funcionais
- Ambiente físico capaz de sustentar as espécies e seus processos reprodutivos
- Funcionamento normal
- Integração com outras unidades da paisagem (fluxos e trocas)
- Ameaças eliminadas ou reduzidas
- Resiliência
- Autossustentabilidade igual à do ecossistema de referência

No entanto, fatores limitantes podem interferir no processo de restauração, tais como:

nem sempre um ecossistema de referência existe; muitas vezes a referência é inatingível (limitares bióticos e abióticos), a trajetória da biodiversidade é imprevisível e, adicionalmente, estamos diante de mudanças climáticas globais.

Os modelos mais adequados de restauração devem incluir espécies estruturais, espécies-chaves e “*nurse trees*” que, em conjunto, constituirão o grupo de espécies que formam o alicerce e a estrutura do ecossistema e/ou desencadeiam processos ecológicos importantes para a autossustentabilidade. Assim, serão formados neoecossistemas (VITOUSEK et al., 1997) que se definem como o conjunto de espécies que não evoluíram juntas, mas que interagem e proporcionam processos ecológicos semelhantes aos dos ecossistemas naturais.

A restauração inclui tanto o manejo para acelerar os processos de sucessão como o manejo dos filtros ecológicos tais como introduzir sementes e mudas além de incluir também processos de manutenção (Adubação, Irrigação, Controle de formigas, Controle de invasoras).

Em termos práticos, é preciso avaliar alguns aspectos das áreas que deverão ser restaura-

das para determinar o conjunto de metodologias que deverão ser utilizadas, tais como o estado de conservação do solo, a existência e a abundância da regeneração natural, riqueza de espécies, a localização dessas áreas com relação às florestas nativas remanescentes, entre outros aspectos. Esses fatores remetem à necessidade de uma primeira avaliação: a do potencial de resiliência da área degradada. O termo resiliência corresponde à capacidade do ecossistema de recuperar os atributos estruturais e funcionais que tenham sofrido danos oriundos de estresses ou distúrbios (SER, 2020). Ou seja, é a possibilidade de a área apresentar regeneração natural. Nesse sentido, a definição desse potencial torna-se uma etapa fundamental para a escolha da metodologia mais adequada, permitindo poupar tempo e reduzir custos consideráveis do projeto de restauração ecológica. A restauração estará concluída quando o ecossistema tiver recuperado a resiliência (SER, 2020).

Inicialmente, mostra-se necessária uma boa caracterização inicial da área a ser recuperada, para se definir a metodologia de restauração mais condizente, aproveitando o máximo dos processos naturais. Essa caracterização tem por objetivo a identificação da existência ou não de uma possível expressão da regene-

ração natural, por meio das características da própria área irregular identificadas no campo, como:

- presença de regeneração natural em quantidade e qualidade desejáveis;
- conhecimento do uso histórico e atual da área, identificando se houve utilização de tecnologias agrícolas que têm por objetivo principal a redução da resiliência local, ou seja, da ocupação da área por regeneração natural, que é o gatilho inicial para a restauração;
- observação da paisagem regional, que poderá fornecer ou não propágulos em quantidade e qualidade necessárias para uma boa recuperação natural da área.

A primeira das medidas de restauração a ser tomada deve ser a retirada dos fatores que estão impedindo o desenvolvimento natural da vegetação das áreas em questão. Além disso, a retirada desses fatores de degradação pode desencadear a expressão da regeneração natural, reduzindo fortemente os custos do processo de restauração. Geralmente os fatores causadores de degradação ambiental estão relacionados ao trânsito e pastoreio de animais, veículos, máquinas e implementos agrícolas. Adicionalmente, podem ocorrer incêndios recorrentes, extração de madeira, caça, des-

matamentos, atividades de roçadas, deriva de herbicidas, barramento de cursos d'água, entre outros. Por se tratar de fatores potencialmente danosos ao processo de restauração, sua retirada pode proporcionar um melhor desenvolvimento da floresta, garantindo bons resultados com custos menores.

Se o solo da área a ser recuperada estiver degradado, a expressão da regeneração natural não ocorrerá, pois nem os propágulos de espécies nativas que porventura chegarem à área nem as medidas posteriores de restauração, como o plantio de sementes ou mudas, serão bem-sucedidos. Assim, esse solo deve ser recuperado física e quimicamente, por meio de processos como descompactação, controle de erosão, correção química e plantio de adubação verde.

Nas áreas a serem restauradas em que existir a expressão da regeneração natural, mas não o suficiente para ocupar regularmente toda a área, deve ser feito o plantio de adensamento com o objetivo de acelerar o processo, tendo em vista o cronograma a ser cumprido. Devem ser utilizadas espécies nativas regionais que apresentam rápido crescimento e ampla projeção de copa. Assim, é feita uma cobertura da área, a fim de protegê-la da invasão por espé-

cies exóticas, como gramíneas, de processos erosivos e, ao mesmo tempo, criar a condição florestal em toda a área de recuperação, para que os processos de sucessão ecológica aconteçam levando a área gradualmente para uma condição de floresta madura.

A regeneração natural consiste em todo e qualquer tipo de espécie vegetal nativa (ervas, arbustos, árvores) que surgiu naturalmente e está se desenvolvendo nas áreas de restauração florestal. Naturalmente que, nesse caso, o mais interessante é que a regeneração natural seja composta preferencialmente por espécies arbóreas, pois cada indivíduo com origem na regeneração natural é uma muda a menos a ser usada para o plantio de restauração. No entanto, outras formas de vida vegetal, como arbustos e ervas, desde que nativos, são muito importantes no processo de sombreamento do solo e exclusão de espécies exóticas indesejadas.

No geral, em regiões de pecuária, as gramíneas exóticas são fortes competidoras, melhoradas geneticamente para essa característica agressiva, inclusive com algum processo de inibição (muitas vezes químico) do crescimento de indivíduos de outras espécies na proximidade (chamada de alelopatia). Nessa situação, a ex-

pressão da regeneração natural pode ser muito lenta, sendo necessário acelerar o processo de ocupação da área pelos indivíduos regenerantes. Essa aceleração deve ser feita através do coroamento dos indivíduos de espécies nativas que estão regenerando na área, tentando selecionar principalmente as espécies arbustivas e arbóreas, permitindo assim que a área gradualmente seja recoberta por esses indivíduos, criando a condição florestal, que provavelmente inibirá a reinfestação das gramíneas e facilitará a sucessão natural.

A partir da expressão da regeneração natural, ocorrerá o recobrimento da área com espécies nativas. No entanto, em algumas situações, será necessário o plantio de espécies nativas para promover esse recobrimento. No caso de a vegetação em regeneração não se manter ao longo do tempo, a estrutura florestal pode regredir à condição de degradada. Dessa forma, para qualquer recuperação do tipo dar certo, a floresta em questão deve se manter indefinidamente na área; e, para isso ocorrer, as espécies devem ser gradualmente substituídas por outras, avançando assim para a condição de floresta madura, o que é chamado de sucessão florestal. A chegada de outras espécies nessa floresta em restauração pode ocorrer naturalmente (enriquecimento natural), por

meio de sementes trazidas pelo vento ou por dispersores (aves, morcegos, roedores, etc.), e oriundas de outras florestas da paisagem regional. Se nas adjacências das áreas em processo de restauração ocorrerem fragmentos de vegetação nativa, muitas espécies nativas vão se dispersar gradualmente para as áreas em recuperação, garantindo assim a sucessão florestal e a perpetuação da flora nativa.

Nas áreas que não apresentam regeneração natural e que a reocupação natural não ocorrerá no prazo desejado, deverá ser feito o plantio de espécies nativas, com o objetivo de produção de uma primeira estrutura florestal. O plantio deverá priorizar as espécies nativas considerando seus grupos ecológicos funcionais. As mudas são plantadas normalmente com espaçamento 3,0 x 3,0 m.

Técnicas de recomposição vegetal consideradas de baixo custo financeiro, como as de nucleação, têm sido utilizadas como uma forma de facilitar o início do processo sucessional em áreas degradadas (REIS et al., 2003). A nucleação pode ser compreendida como um conjunto de técnicas orientadas à recuperação de áreas degradadas, a partir de pequenos núcleos de biodiversidade, que contêm sementes, mudas, matéria orgânica para o solo, entre outros as-

pectos, e que potencialmente possuem a capacidade de interagir com remanescentes vegetais nativos, por meio de processos ecológicos (REIS et al., 2010). Nesse cenário, a semeadura direta de espécies nativas apresenta-se como promissora no processo de recuperação de matas ciliares degradadas, considerando-se a sua versatilidade (FERREIRA et al., 2007) e a promoção de diversidade vegetal seguindo os pressupostos da nucleação. O plantio de sementes pode ser realizado mediante a semeadura em covas, linhas, a lanço ou mecanizada (MENEGHELLO & MATTEI, 2004).

A vantagem da semeadura direta é que seu custo de implantação é significativamente menor que o plantio de mudas. A desvantagem é que deve ser plantada uma grande quantidade de sementes das espécies, que podem ter dificuldade de germinação no campo por vários fatores, como profundidade de plantio (deve ser o mais raso possível, mas sem expor a semente), dormência da semente (que é um processo natural típico desse grupo, dificultando a germinação homogênea), falta de chuva, predação no campo, ponto de colheita da semente, entre outras.

No Brasil, estudos com semeadura direta demonstraram resultados satisfatórios na reve-

getação de matas ciliares (MALAVASI et al., 2005) e na recuperação de áreas degradadas (RESENDE & PINTO, 2013; SANTOS et al., 2012). Esse método poderá ser considerado ao longo da implementação da revegetação, caso seja necessária alguma adequação dos procedimentos adotados.

Nas áreas a serem recuperadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia, poderão ser encontrados vários tipos fisionômicos do Cerrado, tais como floresta ciliar, floresta semidecídua, mata de galeria, cerrado sentido restrito e campo úmido, entre outras fisionomias vegetais.

As ações de recomposição da vegetação nativa em áreas de nascentes dos corpos d'água, áreas de recarga hídrica, reserva legal preveem principalmente ações de recuperação florestal.

Assim, proposta do Programa é recuperar uma área de aproximadamente 10.000 ha através de plantios das espécies de arbustos e árvores “facilitadoras” da sucessão vegetal. Isso vai permitir que cada espécie vegetal cumpra o seu papel no processo sucessional.

O sucesso no processo de estabelecimento ou enriquecimento de um ecossistema florestal

não depende apenas da escolha das espécies e da tecnologia empregada na fase de implantação, mas também do sucesso da regeneração no processo de sucessão à qual estão associados a presença de sementes, a dispersão, a dominância, a sobrevivência, o crescimento e/ou a reprodução dentro das populações.

Entre as síndromes de comportamento observadas no estabelecimento das espécies, as que mais contribuem para o processo dinâmico do ecossistema florestal são o sistema de produção de sementes, a dispersão, o tamanho dos frutos e das sementes, a formação de bancos de sementes e de plântulas. Esses processos são características de grupos ecológicos que compõem o processo de sucessão.

Nos estudos de restauração ecológica em sistemas florestais, já foram testadas espécies de diferentes grupos ecológicos, com exigências específicas, principalmente em relação à quantidade de luz disponível (KAGEYAMA & GANDARA, 2000).

As árvores com diferentes níveis de tolerância estão adaptadas para crescer em diferentes condições naturais na floresta. Baseando-se no princípio da tolerância, Budowski (1966) classificou as espécies florestais em 3 grupos:

- a) **pioneiras:** aquelas espécies especializadas em clareiras e que não toleram sombreamento;
- b) **secundárias:** aquelas espécies que toleram sombreamento parcial, mas que necessitam de luz para seu crescimento e reprodução;
- c) **tolerantes ou clímax:** aquelas que definem a estrutura da floresta e se estabelecem nas condições de sub-bosque.

De acordo com dados de vários estudos em florestas brasileiras, a combinação das espécies a serem utilizadas, de acordo com o grupo ecológico a que pertencem, deverá se constituir aproximadamente pela seguinte proporção: 50% de espécies pioneiras, 30% de espécies secundárias iniciais, 10% de espécies secundárias tardias, 10% de espécies clímax.

O plantio de espécies de acordo com as exigências de luminosidade pode ser utilizado nas matas ciliares e de galeria no bioma Cerrado (FONSECA et al., 2001).

Por outro lado, a restauração de fitofisionomias campestres e savânicas do bioma Cerrado trata de comunidades onde os princípios de grupos funcionais de respostas à luz são

diferentes daqueles das florestas (AQUINO et al., 2009).

Nas fitofisionomias savânicas e campestres a serem recuperadas na abrangência do Programa Juntos pelo Araguaia, alguns critérios deverão ser sempre considerados, tais como: selecionar as espécies nativas típicas localmente e/ou regionalmente, respeitar a densidade da vegetação original, priorizar espécies atrativas à fauna silvestre, eliminar fatores de degradação e controlar a presença de espécies exóticas (AQUINO et al., 2009).

#### O QUE FAZER E COMO FAZER

De acordo com o plano de trabalho previamente estabelecido, os principais objetivos a serem cumpridos serão:

- 1) **Caracterizar as fitofisionomias dos ecossistemas de referência e identificar as espécies vegetais estruturais para subsidiar os projetos de restauração ecológica das comunidades vegetais nas áreas prioritárias de recuperação ambiental.**

Será fundamental uma descrição da flora regional por meio de levantamentos florísticos nos fragmentos naturais remanescentes da paisagem regional com a finalidade de atingir os objetivos principais:

- caracterizar fitogeograficamente e quanto ao seu atual estado de conservação os fragmentos florestais da região abrangida pelo Programa, a fim de explicitar e quantificar o papel desses fragmentos na conservação das espécies na paisagem;
- realizar inventários florísticos nos fragmentos florestais naturais remanescentes da região, apresentando assim uma lista de espécies regionais que poderão ser utilizadas em algumas das ações de restauração ecológica, tal como no plantio total de espécies em áreas muito degradadas, no adensamento e/ou enriquecimento de remanescentes florestais degradados;
- marcar matrizes de espécies arbustivas e arbóreas que permitam a coleta de sementes com diversidade florística e genética para serem utilizadas nas ações de restauração;

Deste modo, é imprescindível que sejam realizados levantamentos florísticos nos remanescentes florestais regionais, a fim de se caracterizar esses fragmentos e conhecer as espécies vegetais que tipicamente ocorrem na área.

Nas microbacias onde serão implantadas as ações de restauração ecológica, primeiramente deverão ser localizados os fragmentos flo-

restais remanescentes na paisagem regional por meio de fotos aéreas ou imagens de satélite. Deverão ser selecionados fragmentos para serem visitados em campo, para caracterizações das fitofisionomias, das condições geográficas, climáticas e edáficas do ambiente de ocorrência desses fragmentos. A partir desse conhecimento da paisagem regional, serão selecionados, com base em imagens de satélites ou fotografias aéreas, remanescentes florestais para realização de inventários florísticos. Para cada um desses remanescentes inventariados será gerada uma lista de espécies vegetais; e o conjunto de remanescentes inventariados permite a elaboração de listas das espécies ocorrentes por tipo fitogeográfico. O ecossistema de referência a ser adotado para a restauração ecológica não será referente a apenas um único fragmento de floresta bem conservado da paisagem, mas sim a um mosaico de remanescentes florestais da região, com diferentes posições na paisagem e trajetórias de degradação e de regeneração. Esses diferentes tipos de fragmentos podem expressar os diferentes climas possíveis daquele ambiente, resultado de um processo de sucessão estocástica e não de sucessão determinística (RODRIGUES et al, 2009), que reconhece o importante papel dos distúrbios naturais e antrópicos na definição das diferentes trajetórias sucessionais.

Será utilizada a metodologia de levantamento expedito chamada “Mosaico Vegetacional Quantificado”, de acordo com as modificações recomendadas pelo LERF (Laboratório de Restauração Florestal da ESALQ/USP) (BRANCA-LION et al., 2010) para caracterização florística de remanescentes naturais com objetivo de sustentar as ações de restauração ecológica regionais. Inicialmente, a escolha dos fragmentos onde será aplicada a caracterização florística será feita com base numa análise prévia da paisagem regional (usando-se imagens aéreas e, de acordo com os tipos fitogeográficos ocorrentes na região, o número de fragmentos de cada tipo e o estado de degradação desses fragmentos), de forma a caracterizar floristicamente o maior número de fragmentos de cada unidade ecológica da paisagem. A decisão do esforço amostral na paisagem (número de fragmentos a ser amostrado de cada tipo florestal e de cada estado de conservação) será definida com base numa avaliação do número total de fragmentos da paisagem, de cada tipo vegetacional e de cada estado de conservação, buscando amostrar o máximo possível de fragmentos da região (no mínimo 50% dos fragmentos de cada uma das situações identificadas) e com base no número acumulado de espécies amostradas em cada tipo vegetacional, tendo como referência dados florísticos

de ecossistemas conservados do mesmo tipo fitogeográfico ocorrentes na região.

Com relação à caracterização florística de cada fragmento, o levantamento consiste em registrar a ocorrência de espécies vegetais arbustivo-arbóreas em caminhadas aleatórias que duram 15 minutos cada uma. No primeiro intervalo cronometrado de 15 minutos, toda espécie nova encontrada é registrada, e essa mesma metodologia é repetida nos intervalos subsequentes. Considera-se que a suficiência amostral é atingida quando, em dois intervalos de tempo consecutivos, o número de espécies novas acrescentadas à lista é de, no máximo, duas. O esforço de coleta nos intervalos é padronizado, de forma a não incluir o tempo utilizado, por exemplo, para abrir picadas e trilhas ou para a coleta dos ramos dos indivíduos, sendo que, nesse tempo, o cronômetro é interrompido. Vale ressaltar que, caso em um mesmo fragmento florestal ocorram dois ou mais tipos de formações florestais, a amostragem é feita individualmente para cada um dos tipos encontrados. Será feita a coleta de material botânico de todas as espécies amostradas, e a identificação até o nível específico, por meio de bibliografia especializada, consulta a herbários e a especialistas. Após esse levantamento, será elaborada uma lista com

diversas informações taxonômicas, ecológicas e de uso de cada espécie na restauração das diferentes unidades fitogeográficas presentes na paisagem. Visando ao uso dos dados em restauração, a metodologia inclui, durante as caminhadas, o registro do máximo possível de situações ambientais do fragmento em questão (bordas, interior, clareiras, etc.), buscando identificar o máximo possível de espécies dos vários grupos funcionais da floresta (diferentes grupos sucessionais, outras formas de vida, espécies de diferentes grupos de plantio, etc).

A coleta das sementes que vão ser usadas nas ações de restauração deve ser realizada a partir de um número mínimo de indivíduos para um local e, a partir de um número mínimo de locais, para uma dada região. Isso permite que uma espécie seja efetivamente representada geneticamente em um projeto de restauração ecológica e não venha apresentar problemas futuros para se perpetuar na área restaurada, tal como a redução da heterose (vigor híbrido), a depressão por endogamia, a expressão de genes deletérios e a perda de alelos por deriva genética (FENSTER e GALLOWAY, 2000).

A marcação de árvores matrizes tem como objetivo favorecer a coleta de sementes e consequentemente a produção de mudas com

as diversidades florística e genética necessárias para as ações de restauração ecológica. Nessa atividade, todas as matrizes são georreferenciadas, é coletado material botânico testemunho (voucher) para incorporação em herbários, e elas são identificadas até o nível específico e marcadas com plaquetas de alumínio numeradas. Deste modo, ao final do processo, é apresentada uma lista com todas as matrizes marcadas na região contendo o nome popular, o nome científico, o autor, a família, a localidade e as coordenadas geográficas, além de dados sobre a fenologia e a tecnologia de produção de sementes e mudas da espécie. A partir dessa listagem, os indivíduos marcados podem ser facilmente localizados e servirão então como matrizes para coleta de sementes visando à produção de mudas em viveiros regionais.

A marcação de matrizes é realizada juntamente com o levantamento florístico dos remanescentes de vegetação, por meio de caminhadas aleatórias nesses fragmentos. São marcadas matrizes em todos os tipos vegetacionais existentes na região e no maior número de fragmentos possíveis, priorizando-se aqueles com maior facilidade de acesso. Evita-se a marcação de indivíduos isolados na paisagem (mais de 50 m de isolamento dos fragmentos do en-

torno) e em remanescentes florestais muito pequenos e degradados.

Uma vez que o objetivo é representar a diversidade genética, e não promover a seleção e/ou melhoramento genético da espécie, não são utilizados critérios prévios para escolha dos indivíduos matrizes nos fragmentos florestais, a não ser a facilidade de acesso a essas matrizes. Apenas dá-se preferência para a marcação dos indivíduos que se encontram em uma faixa de borda não muito degradada dos fragmentos florestais, por receberem mais luz e apresentarem a copa mais aberta e desenvolvida, com todas as condições necessárias para produzir quantidade maior e mais regular de sementes, além de essas matrizes serem mais facilmente localizadas. De forma geral, a marcação de matrizes procura obedecer aos seguintes critérios práticos de execução (BRANCALION et al., 2010):

- Marcar um número mínimo de 12 indivíduos por espécie;
- Respeitar uma distância mínima de 50 m entre matrizes da mesma espécie;
- Marcar matrizes com a maior heterogeneidade possível das suas características arquitetônicas e morfológicas;
- Marcar matrizes distribuídas no maior número de fragmentos possíveis.

## 2) Elaborar modelos de replantio nas áreas prioritárias de recuperação ambiental

Com base na caracterização florística e fitofisionômica dos remanescentes de vegetação nativa, serão elaboradas listas de espécies recomendadas para iniciarem o processo de recomposição da vegetação nativa nas áreas prioritárias definidas no Âmbito do Programa Juntos pelo Araguaia (Reserva de Recarga, Área de Proteção Permanente e Pastagens em área de recarga. Em cada situação, deverá ser definido o método de restauração mais apropriado, o tamanho da área a ser recuperada e o número de mudas a serem utilizadas no plantio.

As listas florísticas deverão indicar o nome científico e popular das espécies a serem utilizadas no replantio, bem como informações sobre o grupo funcional relacionado à sucessão, à síndrome de dispersão e aos usos.

Recomenda-se consultar estudos fitossociológicos realizados na região para a definição da densidade de cada espécie a ser replantada. As fitofisionomias do bioma Cerrado apresentam muita variação em relação ao número de indivíduos/ha, especialmente considerando-se as formações florestais (Mata Ciliar e Mata de Galeria) em relação às formações savânicas (Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo

e Cerrado Rupestre). Podem-se encontrar variações entre 700 até 3.000 indivíduos/ha.

O número de plantas a ser usado por espécie será proporcional à área a ser reconstituída e será norteado pela caracterização florística e fitofisionômica dos remanescentes de vegetação nativa.

Os modelos de restauração da vegetação nativa serão:

- 1) Condução da regeneração natural (RN)
- 2) Plantio de adensamento e enriquecimento
- 3) Plantio de espécies nativas em área total em situações que não apresentam potencial de regeneração natural

No caso do **plantio de espécies nativas em área total em situações que não apresentam potencial de regeneração natural**, considerando-se fitofisionomias florestais (Mata de Galeria e Mata Ciliar), as espécies indicadas nas listas florísticas a partir da avaliação dos ecossistemas de referência estarão classificadas de acordo com o grupo ecológico (luminosidade) a que pertencem, ou seja, pioneiras, secundárias (iniciais e tardias) e clímax. Os modelos de plantio que apresentam a melhor combinação na implantação de uma floresta nativa consistem em 50 % de espécies pioneiras, 30% de

secundárias iniciais, 10 % de secundárias tardias e 10% de espécies clímax.

A maneira mais prática de dispor as mudas no campo será alternando uma linha de espécies pioneiras com outra de espécies secundárias inicial e tardia e clímax, conforme o desenho a seguir (P-Pioneira SI- Secundária Inicial ST- Secundária Tardia C- Clímax).

```

P-----P-----P-----P-----P-----P
----SI-----ST-----SI-----C-----SI-----
P-----P-----P-----P-----P-----P
----ST-----SI-----C-----SI-----SI-----
    
```

As mudas devem ser plantadas em forma de quincôncio, ou seja, cada muda de espécie secundária ou clímax se posicionará no centro de um quadrado composto por 4 mudas de espécies pioneiras (colocadas nos vértices), observando-se o espaçamento indicado (3 m entre as mudas e 3 m entre as linhas).

```

-----P-----P----- linhas em curvas de nível
3,5 m -----C-----
-----P-----P-----
3,0 m
    
```

As vantagens do plantio em quincôncio são que as plantas se distribuem uniformemente,

geram um melhor recobrimento da vegetação no terreno e resultam num sombreamento parcial da muda central, proporcionando um ambiente semelhante ao encontrado pelas plântulas na natureza.

Nas situações em que será implementada recomposição da vegetação nativa em fitofisionomias originalmente savânicas que sejam importantes áreas de recarga hídrica, serão adotados outros critérios para definir as espécies a serem utilizadas, independentemente dos modelos adotados (condução da regeneração natural, plantio de adensamento e enriquecimento ou plantio de espécies nativas em área total em situações que não apresentem potencial de regeneração natural). Nesses casos, deverão ser escolhidas espécies nativas que se destacam como alimentícias, medicinais, ornamentais, madeireiras, artesanais entre outros fins. Algumas espécies são de grande e reconhecido interesse, tais como baru (madeira e fruto), pequi (óleo e fruto), cagaita (fruto), jatobá-do-cerrado (madeira e fruto), ipê-caraíba (ornamental e madeira), faveira (medicinal), copaíba (madeira, óleo medicinal), angico (melífera e madeira para lenha e carvão), aroeira (madeira). O uso desse tipo de espécie agrega valor à área restaurada proporcionando aos proprietários o consumo próprio

ou a comercialização dos produtos provenientes das espécies utilizadas nos plantios de restauração (AQUINO, 2009).

### **3) Capacitar equipes de parceiros e colaboradores para: identificar espécies vegetais, coletar sementes das espécies estruturais e chaves, produzir mudas e realizar plantios de acordo com os modelos estabelecidos**

Deverão ser oferecidos cursos e oficinas sobre capacitação em coleta, beneficiamento e armazenamento de germoplasma-semente, bem como sobre germinação e produção de mudas. Essa qualificação das comunidades locais é fundamental para fomentar iniciativas comunitárias de restauração de áreas degradadas, recuperação das nascentes, das áreas de recarga e das matas ciliares e de galeria no âmbito do Programa Juntos pelo Araguaia.

Muitas vezes essas atividades relacionadas a coletar sementes de espécies nativas para restauração são novidades para as comunidades locais. As questões e dúvidas mais frequentes são: onde coletar, quais espécies coletar, de quantos indivíduos e a quantidade de sementes ou frutos a coletar. Além dessas, outras questões relacionam-se aos procedimentos que devem ser adotados para o processamento de frutos e o beneficiamento de sementes

para o seu armazenamento.

A fim de sanar essas dúvidas, as oficinas de capacitação em coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes podem ser organizadas em módulos a serem ministrados em épocas distintas. A divisão em módulos em diferentes épocas visa abarcar grande parte da variação fenológica das diferentes espécies e dos diferentes estratos que compõem as diferentes fisionomias da vegetação do Cerrado. Com isso, espera-se garantir uma coleta representativa de sementes de diferentes espécies, dos diferentes estratos, das diferentes fisionomias que compõem os diferentes ecossistemas presentes no Cerrado.

A coleta de sementes em diferentes épocas objetiva garantir a restauração das diferentes paisagens via semeadura direta, de modo que esta não esteja centrada exclusivamente no estrato arbóreo. Como, as técnicas de restauração aplicadas às vegetações savânicas e campestres do Cerrado são basicamente importadas de sistemas florestais como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica e de atividades como a silvicultura, estas acabam por se centrar na produção de mudas a partir de espécies arbóreas, uma vez que a produção de mudas de ervas e arbustos seria inviável. Desta forma, em cada módulo,

serão abordadas questões teóricas e práticas relacionadas às atividades de coleta, de acordo com a disponibilidade de sementes presentes em cada época.

Após cada oficina, o público-alvo estará apto a:

- identificar as diferentes fisionomias, os diferentes estratos e as diferentes espécies que compõe cada ecossistema nos quais o público-alvo está inserido;
- estratificar as coletas de sementes por espécies e por fisionomias para efeito de restauração de paisagem;
- coletar sementes considerando um número mínimo de indivíduos e de populações amostradas;
- utilizar-se de diferentes técnicas de processamento de frutos para o beneficiamento de sementes; e
- armazenar sementes de modo a garantir a sua viabilidade para a semeadura direta ou produção de mudas.

#### 4) Definir metas e indicadores para monitorar a trajetória sucessional, a estrutura e a diversidade dos ecossistemas em restauração.

Propõe-se, como metodologia de avaliação dos resultados alcançados pela implantação de um

projeto de monitoramento periódico, a vistoria técnica. Na estação de chuvas, o monitoramento deverá ser mais frequente e será efetuado sempre após fortes chuvas, visando verificar os possíveis impactos delas decorrentes, como a formação de erosão do solo e a necessidade de intervenção corretiva. Para o registro da evolução do crescimento da vegetação (recobrimento do solo pela vegetação, fitossanidade das árvores plantadas), deverá ser elaborado relatório com periodicidade semestral, ao final da estação de chuvas e ao final da estação de estiagem, com a recomendação da eventual necessidade de intervenção corretiva.

Os atributos estruturais são mensuráveis mesmo em etapas iniciais de desenvolvimento das comunidades, o que os coloca, potencialmente, como bons indicadores no monitoramento da evolução de comunidades em restauração.

Dentre os atributos estruturais, funcionais e de riqueza que não variam entre florestas nativas em biomas diferentes e que podem ser utilizados como referência para avaliar as Matas Ciliares, Matas de Galeria e Florestas Estacionais Semidecíduais, destacam-se:

- a riqueza observada e estimada no estrato arbóreo;
- a riqueza total estimada por Jackknife;

- a densidade (no estrato arbóreo e regenerante);
- a área basal;
- a cobertura de copas;
- as proporções de espécies zoocóricas, anemocóricas e autocóricas;
- as proporções de espécies de crescimento lento, tolerantes à sombra e de distribuição rara.

#### PROPOSIÇÃO DE AÇÕES DE MANEJO, QUE SE INICIAM COM A IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE DEGRADAÇÃO

Fatores de degradação que devem ser eliminados nas áreas que terão a vegetação restaurada:

- **Fogo:** É muito comum que a queima, usada como prática agrícola ou como estratégia de limpeza de pastos, cause incêndios que se alastram pelas florestas. As queimadas devem ser interrompidas em locais adjacentes a áreas que serão objeto de recuperação, já que o fogo reduz fortemente o potencial de autorrecuperação dessas áreas. Dessa forma, nas situações com grande risco de incêndios, devem ser construídos aceiros para barrar a entrada de fogo (acidental ou não);
- **Limpeza de pasto:** A limpeza de pasto com roçada manual ou mecanizada ou com apli-

cação de herbicida (local ou aérea) tem por objetivo retirar do solo os regenerantes naturais, que nessa região, na maioria das vezes, são espécies nativas que sobraram na área no processo de preparo ou chegaram oriundas das florestas da região e estão tentando recolonizar a área de produção. Essas espécies são extremamente importantes para a recuperação da área irregular, pois sua presença diminui os custos do processo de restauração. Dessa forma, as áreas que se deseja recuperar (APP, RL e RR) não devem ser mais roçadas e nem ser objeto de aplicação de herbicidas;

- **Cultivos:** Atividades agrícolas que estão sendo realizadas nas áreas a serem recuperadas devem ser retiradas, para permitir o desenvolvimento de vegetação nativa;
- **Descargas de enxurrada:** A água que escoar de áreas adjacentes pode causar danos, como erosões, a uma floresta ou a uma área em processo de recuperação. Pode, ainda, causar assoreamento de cursos d'água que recebem esses sedimentos. As atividades agrícolas realizadas no entorno devem contar com eficiente planejamento e ações efetivas para uso e conservação do solo, garantindo que esses processos erosivos não ocorram. A enxurrada deve ser interceptada para não passar pelo interior

de fragmentos florestais ou pela área em recuperação. Podem ser construídos terraços para barrar essa água e permitir sua infiltração;

- **Barramento de cursos d'água:** Quando o fluxo normal de cursos d'água é bloqueado (por exemplo, por estradas), ocorre acúmulo de água a montante e seca a jusante, modificando as condições do solo às quais a vegetação do entorno está submetida. Para evitar isso, deve ser feito planejamento adequado das vazões nos cruzamentos de cursos d'água, evitando a interrupção de seu fluxo natural ou menor acúmulo possível;
- **Extração seletiva de madeira, caça e pesca predatória:** São atividades comumente realizadas em fragmentos florestais e mesmo em áreas em processo de recuperação. Podem, contudo, desequilibrar a fauna e flora locais, além de serem proibidas nas Áreas de Preservação Permanente (APP);
- **Desmatamento e roçada de sub-bosque:** Muitas vezes realizam-se essas atividades para a "limpeza" da área em questão, por questões estéticas ou de paisagismo. Porém, elas não devem ocorrer, pois interrompem o processo natural de regeneração da área em recuperação ou do fragmento, podendo condicioná-los de novo à condição de degradado;

- **Deriva de herbicidas de áreas agrícolas:** Com ventos, os herbicidas aplicados em propriedades agrícolas podem atingir fragmentos florestais e áreas em processo de restauração. Assim, deve-se controlar a aplicação nas proximidades, prestando especial atenção às condições dos ventos e evitando a aplicação aérea. A deriva pode atrasar ou mesmo interromper o processo de recuperação dessas áreas e tornar a propriedade irregular ambientalmente, resultando num custo muito maior do que a economia feita com a aplicação do herbicida.

#### 1) Atividades operacionais necessárias para Condução da regeneração natural (RN):

- **Coroamento manual das plantas da regeneração natural:** a vegetação invasora deverá ser removida manualmente (utilizando-se enxada) em um raio de 50 cm ao redor dos regenerantes. Essa metodologia de aproveitamento da RN é mais barata e de grande eficiência permitindo aproveitar as plantas já estabelecidas e a diversidade genética local.

#### 2) Atividades operacionais prévias necessárias às intervenções para implantação de plantio de adensamento e enriquecimento:

- **Locação dos berços de plantio:** demarcação do local exato onde deverão ser aber-

tas as covas obedecendo ao espaçamento previamente definido (3 m x 3 m).

- **Abertura manual dos berços de plantio:** deverão ter dimensões mínimas de 40 cm de diâmetro x 60 cm de profundidade, com uso de enxada ou cavadeira.
- **Distribuição de insumos nas covas:** aplicação de calcário e adubo químico diretamente no fundo da cova.
- **Plantio manual de mudas em saquinhos ou tubetes:** retirada total da muda do recipiente, colocação e assentamento no centro do berço de plantio, compactando levemente o solo sem enterrar o colo da planta.

### 3) Atividades operacionais prévias necessárias às intervenções para implantação de plantio de espécies nativas em área total em situações que não apresentam potencial de regeneração natural:

- **Construção de cerca para isolamento do gado:** A área objeto de restauração deverá ser cercada com cerca de arame construída com mourão estaca de 2,0 metros de comprimento e de, no mínimo, 10 cm de diâmetro e com 4 fios de arame farpado.
- **Limpeza do terreno:** Rebaixamento de toda a vegetação invasora para a altura de 5 cm usando roçadeira costal ou foice roçadeira.

Essa operação deve ser realizada antes do preparo do solo e do plantio.

- **Localização e combate às formigas:** Poderá ser feito o controle químico com distribuição de iscas granuladas por volta de 5 a 7 dias antes do plantio.
- **Locação dos berços de plantio:** demarcação do local exato onde deverão ser abertas as covas obedecendo ao espaçamento previamente definido (3 m x 3 m).
- **Coroamento manual dos berços de plantio:** a vegetação invasora deverá ser removida manualmente (utilizando-se enxada) em um raio de 50 cm ao redor dos berços de plantio ou dos locais onde serão abertos os berços de plantio.
- **Abertura manual dos berços de plantio:** deverão ter dimensões mínimas de 40 cm de diâmetro x 60 cm de profundidade, com uso de enxada ou cavadeira.
- **Distribuição de insumos nos berços de plantio:** aplicação de calcário e adubo químico diretamente no fundo da cova.
- **Plantio manual de mudas em saquinhos ou tubetes:** retirada total da muda do recipiente, colocação e assentamento no centro do berço de plantio, compactando levemente o solo sem enterrar o colo da planta.

### 4) Manutenção e tratos culturais em área de plantio total, em situações que não apresentam potencial de regeneração natural:

- **Repasse no combate às formigas:** o controle químico com distribuição de iscas granuladas nos ninhos deve ser feito após o plantio a cada 15 dias, nos dois primeiros meses, e depois a cada 2 meses, de forma sistemática, nos arredores das mudas que apresentem ataque de formigas e próximo aos olheiros (10 g/olheiro).
- **Roçada manual ou semimecanizada nas linhas de plantio:** rebaixamento da vegetação invasora existente nas linhas e entrelinhas do plantio, com uso de foice ou roçadeira costal
- **Coroamento das mudas plantadas:** remoção manual da vegetação invasora existente em raio de 30 a 50 cm das mudas.
- **Adubação de cobertura:** aplicação de fertilizante NPK 20;50;20, 50 g/muda, após o plantio e durante a estação das chuvas. O fertilizante deve ser incorporado a uma distância de 20 cm da muda, 30 dias após o plantio e em intervalos de 1 a 2 meses.
- **Replantio:** fazer avaliação da necessidade de replantio, 30 a 45 dias após o plantio. Espera-se uma mortalidade das mudas, em torno de 20 a 30%, devido à ação de patógenos e/ou formigas.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, F. G. et al. **Módulos de recuperação de Cerrado com espécies nativas de uso múltiplo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

ARONSON, J.; DHILLION, S.; LE FLOC'H, E. On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to Pickett and Parker. **Restoration Ecology**, v. 3, n.1, p.1-3, 1995.

BRANCALION, P. H. S.; LIMA, L. R.; RODRIGUES, R. R. 2010. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: PERES, C.A.; BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; VIEIRA, I. C. G. (Orgs.) **Conservação da Biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. 2010. p. 565-587.

BREWER, J. S.; MENZEL, T. A method for evaluating outcomes of restoration when no reference sites exist. **Restoration Ecology**, v.17, n.1, p.4-11, 2009.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v.15, n.1, p. 40-42, 1965.

CHOI, Y. D. Restoration ecology to the future: A call for new paradigm. **Restoration Ecology**, v.15, n.2, p.351-353, 2007.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p.1-26.

FENSTER, C. B. & L. F. GALLOWAY. Inbreeding and outbreeding depression in natural populations of *Chamaecrista fasciculata* (Fabaceae). **Conservation Biology** **14**: 1406-1412.2000.

FERREIRA, R. A. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, Lavras, v.13, n.3, p.21-279, 2007.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; SOUZA, C. C.; REZENDE, R. P.; BALBINO, V. K. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito federal e entorno. In: RIBEIRO, J. F; FONSECA, C. E. L; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 815-870.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: R. R. RODRIGUES; H. F. LEITÃO FILHO (Eds). **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p. 249-269.

LIEBSCH, D.; GOLDENBERG, R.; MARQUES, M. C. C. Florística e estrutura de comuni-

dades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n.4, p.983-992, 2007.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. C.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p.1717- 1725, 2008.

MALAVASI, U.C. et al. Semeadura direta na recomposição vegetal de áreas ciliares: efeitos da sazonalidade, uso do solo, exclusão da predação, e profundidade na sobrevivência inicial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 449-454, 2005.

MENEGHELLO, G. E.; MATTEI, V. L. Semeadura direta de Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), Canafístula (*Peltophorum dubium*) e Cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n. 2, p. 21-27. 2004.

REIS, A. et al. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244-250. 2010.

REIS, A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**. v.1, n.1, p.28-36, 2003.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A. Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 37-48, 2013

RODRIGUES, R. R., R. A. F. LIMA, S. GANDOLFI & A. G. NAVE. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation** **142**: 1242-1251. 2009

SANTOS, L. P. et al. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION - SER - **International Science and Policy Working Group**, 2020. Disponível em: <[www.ser.org](http://www.ser.org)>.

SUDING, K. N.; HOBBS, R. J. Models of ecosystem dynamics as frameworks for restoration ecology. In: HOBBS, R. J.; SUDING, K. N. **New models for ecosystems dynamics and restoration**. Washington: Island Press, 2009. p.3-21.

SUGANUMA M. S., ASSIS, G. B., MELO, A. C. G. M.; DURIGAN, G. Ecossistemas de referência para restauração de Matas Ciliares: existem padrões de biodiversidade, estrutura florestal e atributos funcionais?

**Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 835-847, 2013.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science** **277**: 494-499, 1997.

WHITE, P. S.; WALKER, J. L. Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 5, n. 4, p.338-349, 1997.

## ANEXO 11 MANUAL DE HIDROGEOLOGIA

### METODOLOGIA GERAL

Devem em primeiro lugar montar um banco de dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, como por trados, trincheiras, geofísicas, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades, institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como, por exemplo, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, SMET- Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás, dados da antiga METAGO-Metals de Goiás S/A, ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, UnB-Universidade de Brasília, UFG /IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás, UEG – Universidade Estadual de Goiás.

Dados gráficos da internet, dados empíricos relatados por moradores da região.

A integração de dados geológicos, climáticos, geomorfológicos e pedológicos possibilitara definir grupos de reservatórios individualizados.

Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas/hidrogeomorfológicas semelhantes, como comportamento de aquíferos rasos ou freáticos e profundos de domínios Intergranular, Fraturado, Dupla Porosidade, Físsuro-Cárstico e Cárstico, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões, sondagens e ensaios existentes, perfuração de poços, etc.

Se necessárias, podem ser efetuadas investigações geotécnicas localizadas e específicas, como sondagens e ensaios, porém em número reduzido. Pode-se realizar, por exemplo, sondagem rotativa na região para determinação de característica litoestratigráfica, seção geofísica para determinação da característica de fluxo de água subterrânea, determinação do freático e do aquífero para melhor se entenderem os sistemas de aquífero, zonas de recarga e de surgência do recurso hídrico subterrâneo, etc.

### O QUE FAZER

O projeto básico inicia-se com a execução do mapeamento geológico/ geotécnico/hidrogeológico de campo e deve ser executado a partir da aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e da incorporação dos dados de poligonais delimitadas para implantação do projeto, como método de recuperação de erosões, de aumento da capacidade de infiltração, terraceamento e processos de plantio. Essa etapa deve gerar uma base cartográfica com indicação de tipo de sistema de aquífero e de zonas de recarga/surgência de água, dados de porosidade e permeabilidade, estrutura pedogenética, comportamento espacial dos corpos rochosos (atitudes e mergulho de camadas/xistosidades), direção de fluxo de água superficial e sub superficial e respectivos modelos dinâmicos.

Os afloramentos de rocha devem receber atenção especial, com levantamento das atitudes das descontinuidades e suas descrições, conforme as normas indicadas pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e pela Sociedade Brasileira de Mecânica de Rochas. O levantamento de atitudes com uso de bússola com clinômetro deve ser em número suficiente para montagem dos estereogramas de distribuição, de maneira que se possa for-

mular um modelo geológico-estrutural para a região.

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica, bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, vertentes e calhas fluviais.

As investigações geológicas visam à caracterização da região de implantação do projeto e à elaboração do modelo do sistema hidrogeológico e geotectônico local.

Devem-se utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios, etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

Devem-se levantar dados quanto à natureza da litologia, quanto à textura e estrutura (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade), formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Devem-se levantar ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas. As discontinuidades devem ser objeto de levantamento sistemático de suas atitudes, isto é, direção e mergulho, devendo ser apresentados estereogramas de distribuição que auxiliem na elaboração do modelo estrutural para a região e para ações específicas com finalidades de dar mais dinâmica/eficiência e eficácia no processo de infiltração.

Também se devem anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga / surgência de água e do nível do lençol freático.

O detalhe das investigações hidrogeológicas a serem feitas está ligado à especificidade do Programa Juntos pelo Araguaia a ser implantado e à complexidade da natureza geológica local. Exemplo: a implantação de intervenções com fins de recuperação de água e solo em região de ocorrência de formações pré-cambrianas, com diversas litologias e estruturas geológicas associadas, demandará extensa campanha para sua caracterização. Por outro

lado, regiões mais homogêneas fisiograficamente e geologicamente são caracterizadas mais facilmente (rochas sedimentares).

A execução de investigações hidrogeológicas deve complementar os dados levantados a partir do mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do projeto e os métodos mais adequados tanto aos maciços e à estrutura sedimentares mapeados como à complexidade das ações do Programa Juntos pelo Araguaia a serem implantadas.

## COMO FAZER

### Estudos preliminares

Na implantação de ações que visam à Conservação de Solo e Água, os estudos preliminares de hidrogeologia devem ser desenvolvidos como parte integrante do projeto abiótico/biótico, restabelecendo a funcionalidade/sustentabilidade da paisagem (ciclo hidrológico), i.e, da alta Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, conforme instrução de demais projetos correspondentes que integram o todo Juntos pelo Araguaia principalmente (uso e ocupação do solo na demanda de água, infiltração de água em face do escoamento, áreas de recarga, áreas de surgência, plantio de mudas), para auxiliar na definição das alternativas mais viáveis do de-

senho do Programa, visando dar soluções com maior eficiência e eficácia mais adequadas para implantação nas áreas prioritárias.

Especificamente no âmbito dos estudos hidrogeológicos, a fase preliminar envolve a definição dos fatores condicionantes geológicos na hidrogeologia da região, como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho de maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo.

#### **Levantamento Bibliográfico referente ao tema sobre a Região**

Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, como por trados, trincheiras, geofísica, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades, institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como, por exemplo, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, SMET- Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás, Dados da antiga METAGO – Metais de Goiás S/A, ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, UnB-Universidade de Brasília, UFG /IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás, UEG – Universidade Estadual de Goiás. Dados gráficos da internet, dados empíricos relatados por moradores da região.

#### **Revisão de dados geotécnicos/pedológicos/geológicos/hidrogeológicos**

A integração de dados geológicos, climáticos, geomorfológicos e pedológicos possibilitara definir grupos de reservatórios individualizados.

Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas/hidrogeomorfológicas semelhantes, como comportamento de aquíferos rasos ou freáticos e profundos de domínios Intergranular, Fraturado, Dupla Porosidade, Físsuro-Cárstico e Cárstico, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões, sondagens e ensaios existentes, perfuração de poços, etc.

Se necessárias, podem ser efetuadas investigações geotécnicas localizadas e específicas, como sondagens e ensaios, porém em número reduzido. Pode-se realizar, por exemplo, sondagem rotativa na região, para determinação de característica de lito estratigráfica, seção geofísica para determinação da característica de fluxo de água subterrânea, determinação do freático e do aquífero para melhor entender os sistemas de aquífero, zonas de recarga e de surgência do recurso hídrico subterrâneo, etc.

#### **Levantamento de campo**

Deve ser feito mapeamento expedito de campo ao longo da região de estudo em perfis topográfico/geológico/geotécnico transversais ao eixo do sistema de lineamento tectônico principal, das alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental, visando à identificação dos domínios de aquíferos e respectivas unidades litológicas e seus contatos, das regiões que possam apresentar afloramentos de rocha, solos profundos, alta capacidade de infiltração, cicatrizes de antigos escorregamentos e quaisquer outros sinais que possam levar à identificação de possíveis problemas geotécnicos/geológicos/hidrogeológicos frente à dinâmica climática regional/local e ao atual uso e à ocupação do solo, porta de entrada de contaminantes.

A identificação dos sistemas de aquíferos/unidades litológicas ao longo do traçado permite estimar os comportamentos do sistema, tais como: Sistema Aquífero Freático I, Sistema Aquífero Freático II e Sistema Aquífero Freático III. Essa definição baseia-se no agrupamento de diferentes tipos de coberturas de regolitos e solos de acordo, principalmente, com a textura, estrutura, capacidade de armazenamento e condutividade hidráulica vertical (K<sub>v</sub>) de cada grupo. Extremamente importante ao projeto de reconstituição da paisagem com plantio de mudas, recuperação de solo e água com construção de terraços/curvas de nível, trincheiras de infiltração (dimensionamento feito caso a caso para cada ponto de intervenção) na espacialização das ações.

### Investigações hidrogeológicas

As investigações hidrogeológicas visam à caracterização da região de implantação do Programa e à elaboração do modelo do sistema hidrogeológico e geotectônico local.

Devem-se utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios,

etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

Levantar dados quanto à natureza da litologia, a textura e a estrutura (acamadamento, xistossidade, porosidade, permeabilidade), formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Devem-se levantar ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das descontinuidades identificadas. As descontinuidades devem ser objeto de levantamento sistemático de suas atitudes, isto é, direção e mergulho, devendo ser apresentados estereogramas de distribuição que auxiliem na elaboração do modelo estrutural para a região e para ações específicas com finalidades de dar mais dinâmica/eficiência e eficácia no processo de infiltração.

Também se devem anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga/surgência de água e do nível do lençol freático.

O detalhe das investigações geológicas a serem feitas está ligado à especificidade do Programa Juntos pelo Araguaia a ser implantado e à complexidade da natureza geológica local. Exemplo: a implantação de intervenções com fins de recuperação de água e solo em região de ocorrência de formações pré-cambrianas, com diversas litologias e estruturas geológicas associadas, demandará extensa campanha para sua caracterização. Por outro lado, regiões mais homogêneas fisiograficamente e geologicamente são caracterizadas mais facilmente (rochas sedimentares).

A execução de investigações geológicas deve complementar os dados levantados a partir do mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Projeto e os métodos mais adequados tanto aos maciços e à estrutura sedimentares mapeados como à complexidade das ações do Programa Juntos pelo Araguaia a serem implantadas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição das zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Métodos de implantação de terraceamento;
- Métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;

- Zonas de controle de transporte de sedimento;
- Zonas de controle de escoamento superficial e subterrânea;
- Grupo de aquífero;
- Domínio de aquífero;
- Sistema de aquífero;
- Litologia/solo dominante;
- Mapas tectônicos;
- Pontos de monitoramento físico-químico das águas de superfícies e subterrâneas.

## REFERÊNCIAS

ÁGUA e Terra Consultoria e Planejamento Ambiental Ltda. **Análise dos Lineamentos do Estado de Goiás** (Relatório). Brasília: Água e Terra Consultoria. 2006. Inédito.

ALMEIDA, L. de. et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás, 2006.

ALMEIDA, L. **Caracterização Hidrogeológica da Bacia do Alto Rio Claro, no Estado de Goiás**: Subsídios para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos. 2003. 101p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.

AMARAL FILHO, Z. Influência da Pedologia no Mapeamento Geológico do Triângulo Mineiro. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Relatório Interno. Goiânia, 1982.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim n. 4**, 3. ed. São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995.

BAECKER, M. L. **A Mineralização de Nióbio do Solo Residual Laterítico e a Petrografia das Rochas Ultramáficas do Domo de Catalão I, Goiás**. 1983. 113 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.

BARBOSA, O. Formação Areado. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 1965, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1965.

BOTTURA. **Diagnóstico Hidrogeológico da Área de Concessão da Mineração Catalão de Goiás Ltda, em Ouvidor- GO**. [ S.l.]: Bottura Consultoria, 2000. 20 p. (Relatório Técnico, n. 125/00).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Mapa Hidrogeológico do Brasil (Escala 1:2.500.000)**. Relatório Final. Recife: DNPM/CPRM, 1981. v.1 e 2.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Folha SD. 22 Goiás. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 25). Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Folha SE. 22 Goiânia. Rio de Janeiro, 1983b. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2003.

DARDENNE, M. A. et al. A Sequência Sedimentar do Grupo Araí na Região da Chapada dos Veadeiros, Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 7. e SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 10., 1999, Brasília. **Bol. dos Resumos...** Brasília: SBG-Núcleos Brasília, Centro-Oeste e Minas Gerais, 1999. p.100.

DARDENNE, M. A. Os Grupos Paranoá e Bambuí na Faixa Dobrada Brasília. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1981, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG-BA, 1981, p.140-156.

- DYER, R. C. Grupo Araí – Um Grupo de Metamorfitos do Centro-Leste de Goiás. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 28, n. 2, p. 55-63, 1978.
- GASPAR, J. C. **Contribuição do Estudo do Magmatismo Alcalino de Santo Antônio da Barra – GO**. 1977. 142p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Elói Guimarães Campos. Goiânia, 2006.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio/Superintendência de Geologia e Mineração. **SIG Solos**. Goiânia, 2004. CD-ROM.
- IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales**: las llanuras de Agradación. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.
- LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/META-GO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.
- LATRUBESSE, E. M. 2003. **The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems**. In: 3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology, 193-212.
- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1988.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás**: Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.
- PENA, G. S.; FIGUEIREDO, A. J. **Projeto Alcalinas**. Relatório Final. Goiânia: DNPM, 1972. 143p.
- SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia**: Conceitos, Métodos e Prática. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.
- SECRETARIA de Transporte, SP, Diretoria de Engenharia. **Estudos geológicos**. São Paulo: Departamento de Estradas de Rodagem, 2006.
- TOGNON, A. A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia**. ABGE, 1985.
- VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).
- VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia**. Volume 19, 1996. 20 p.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem apli-

cada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás, Brasil.

**Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 6, 23 out. 2015.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the.. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.

## ANEXO 12

### MANUAL DE GEOMORFOLOGIA

#### METODOLOGIA GERAL

A execução do mapeamento geomorfológico/geotécnico/hidrogeológico de campo deve ser executado a partir da aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e da incorporação dos dados de poligonais delimitadas para implantação do projeto, como método de recuperação de erosões, de aumento da capacidade de infiltração, terraceamento e processos de plantio. Essa etapa deve gerar uma base cartográfica com indicação de zonas de recarga/surgência de água, dados de porosidade e permeabilidade, estrutura pedogenética, comportamento espacial dos corpos rochosos (atitudes e mergulho de camadas/xistosidades), direção de fluxo de água superficial e subsuperficial e respectivos modelos.

Os afloramentos em rocha devem receber atenção especial, com levantamento das atitudes das descontinuidades e suas descrições conforme as normas indicadas pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Sociedade Brasileira de Mecânica de Rochas. O levantamento de atitudes com uso de bússola com clinômetro deve ser em

número suficiente para montagem dos esteogramas de distribuição, de maneira que se possa formular um modelo geológico-estrutural para a região.

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, vertentes e calhas fluviais.

Os trabalhos de campo devem ser realizados em diversas etapas, sendo a principal um percurso de ~ 8.000 km ao longo da extensão total de 54.133,4 km<sup>2</sup> (5.413.343,8 ha) que contempla 28 municípios dos estados de Goiás e Mato Grosso, na região Centro-Oeste do Brasil objeto do projeto de recuperação de água e solo (construção de 200 perfis geomorfológicos) com participação dos técnicos.

Os dados geomorfológicos devem ser agrupados nos perfis topográficos/geomorfológicos, seguindo as estradas de rodagem. Esses dados também serão utilizados durante as interpretações em escritório, com a finalidade de conhecer o embasamento geológico de cada unidade geomorfológica e, assim, poder classificá-las de acordo com as litologias e estruturas tectônicas englobadas.

Os perfis serão escolhidos com base em dois critérios principais: a) representatividade geomorfológica, ao seccionar diversas unidades; b) possibilidade de serem encontrados ao longo das principais vias de acesso. Esses perfis podem ser gerados a partir do MDT (Modelo Digital de Terreno), portanto, automaticamente georreferenciados.

#### O QUE FAZER

- Topografia e relevo;
- Hidrologia e hidrogeologia;
- Mapas geomorfológicos regionais;
- Dinâmica geomorfológica da região;
- Mapas tectônicos;
- Mapas de zoneamento de estruturas instáveis;
- Mapas de zoneamento de estruturas estáveis;
- Mapas de unidades fluviais (calha, bancos arenosos, lagos, lagos associados ao canal principal, paleocanais, planície de inundações, terraços fluviais...);
- Processos erosivos associados a malha viária;
- Densidade de estradas por km<sup>2</sup>;
- Sismicidade e outros riscos geomorfológicos;
- Histórico de cheia/seca.

## COMO FAZER

Levantar dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás e Distrito Federal, produtos de imageamentos e produtos vetoriais digitais que constituem o Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás/SIG-Goiás, mapa geológico na escala 1:500.000, 1:250.000, mapas da rede de drenagem e da altimetria na escala 1:250.000 plotados em 1:500.000, imagens LANDSAT 7 ETM+, nas bandas 5,4,3 e SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) sombreadas e plotadas na escala 1:250.000, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, como por trados, trincheiras, geofísica, etc. Fontes para sua aquisição são universidades, institutos de pesquisas, secretarias municipais de meio ambiente, órgãos governamentais, como por exemplo a CPRM – Serviço Geológico do Brasil,

Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás (SMET), Dados da antiga Metais de Goiás S/A (METAGO), ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, Universidade de Brasília (UnB), UFG/IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás. Dados gráficos da internet, dados empíricos relatados por moradores da região.

### Investigações geomorfológicas

As investigações geomorfológicas em campo devem-se ater à caracterização da dinâmica geomorfológica da região de implantação do projeto e à elaboração do modelo geomorfológico local: padrões de dissecação, comportamento da rede de drenagem, solo, rocha, tectônica, dinâmica hidrogeológica.

Deve-se utilizar de SIG para drenagens, hipsometria, geologia, solo, imagens orbitais Land Sat ETM +, SRTM, mapas geológicos, geotécnicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geomorfológicas eventualmente existentes como fotografias, histórico de uso e ocupação, dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem mudança na paisagem.

Devem-se levantar dados em campo quanto à natureza da litologia, a textura e estrutu-

ra (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade), formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Devem-se levantar ainda dados quanto a padrões de dissecação de unidades geológicas referentes a fraturamentos do maciço rochoso e às características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das descontinuidades identificadas. As descontinuidades devem ser objeto de levantamento sistemático de suas atitudes, isto é, direção e mergulho, devendo ser apresentados estereogramas de distribuição que auxiliem na elaboração do modelo estrutural para a região e para ações específicas com finalidades de dar mais dinâmica/eficiência e eficácia no processo geomorfológico de infiltração.

O detalhe das investigações geomorfológicas a serem feitas está ligado à especificidade do Programa Juntos pelo Araguaia a ser implantado e à complexidade da natureza geomorfológica local. Exemplo: a implantação de intervenções com fins de recuperação de água e solo em região de ocorrência de formações pré-cambrianas, com diversas litologias e es-

estruturas geológicas associadas (variáveis de estado), demandará extensa campanha para sua caracterização. Por outro lado, regiões mais homogêneas fisiograficamente e geologicamente são caracterizadas mais facilmente.

A execução de investigações geomorfológicas deve complementar os dados levantados a partir do mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Programa e os métodos mais adequados tanto aos maciços e à estrutura sedimentares mapeados como à complexidade das ações do Programa Junto pelo Araguaia a serem implantadas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Determinação de zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Métodos de implantação e locação de terraceamento;
- Métodos de implantação e locação de estruturas de potencialização da infiltração;
- Determinação de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Determinação de zonas de drenagem superficial e subterrânea;
- Estabelecimento de zonas fonte de sedimento;
- Determinação de zonas de entrada de sedimentos.

### REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Formas do Relevo**. São Paulo: Edart, 1975.
- ALMEIDA, L. de. et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás. 2006, 232p.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto De Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. 3. ed. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim n. 4**. São Paulo, 1996.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. O canal fluvial. v. I. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1981.
- Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.

IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales**: las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volume I:81-98 Buenos Aires.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5)

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/META-GO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas "Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático" "Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia". 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.

LATRUBESSE, E. M. 2003. **The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems**. In: 3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology, 193-212.

- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- MAMEDE, L. et al. Geomorfologia. In: Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE.22** - Goiânia. Rio de Janeiro (Levantamento de Recursos Naturais, 31), 1983.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás: Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs**. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1988.
- SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia: Conceitos, Métodos e Prática**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.
- SECRETARIA DE TRANSPORTE, SP. DIRETORIA DE ENGENHARIA. **Estudos geológicos**. São Paulo: Departamento de Estrada de Rodagem, 2006.
- TOGNON, A. A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia**. ABGE, 1985.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 6, 23 out. 2015.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the... **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.
- VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).
- VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia**. v. 19, 1996.

## ANEXO 13 MANUAL GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

### METODOLOGIA GERAL

Deve ser feito mapeamento expedito de campo ao longo da região de estudo em perfis topográficos/geológicos/geotécnicos/batimétricos transversais ao eixo do sistema fluvial principal e demais sistemas que se mostrarem uma dinâmica ativa de porte relevante para o Programa, nas alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental visando à identificação das unidades litológicas e seus contatos, das regiões que possam apresentar afloramentos de rocha, solos de baixa capacidade de resistência a processos erosivos, de infiltração, cicatrizes de antigos escorregamentos e quaisquer outros sinais que possam levar à identificação de possíveis problemas geotécnicos/geológicos/hidrogeológicos/hidrossedimentológicos frente à dinâmica climática regional/local e ao atual uso e ocupação do solo.

A identificação das unidades litológicas e morfossedimentares ao longo do traçado permite estimar o comportamento geotécnico/geológico/hidrogeológico/hidrossedimentológico frente ao projeto de reconstituição da paisagem com plantio de mudas, recuperação de solo e água com construção de terraços/curvas de nível, trincheiras de infiltração (dimen-

sionamento feito caso a caso para cada ponto de intervenção), na espacialização das ações.

Devem ser avaliados os quatro (4) pontos previamente determinados para possível instalação de 4 estações fluviométricas aqui denominadas Rio do Peixe I e II, e Rio Caiapó I e II, (Figura 1), as quais servirão de apoio em todas fases do projeto e após a execução, atuando como instrumento de monitoramento/ajustes/validação das ações do Programa Juntos pelo Araguaia na recuperação de água e solo, permitindo se comparar o tempo inicial T0 (antes da implantação do Programa) e os tempos T1, T2, T3...Tn (durante e após a implantação do Programa). Desta forma, o projeto poderá ir-se ajustando conforme dados de monitoramento das características hidrossedimentológicas e geoquímicas do fluxo de sedimento em suspensão da alta bacia do Araguaia.

Esses estudos a exemplo podem ser complementados nas secções transversais onde foram instaladas as estações fluviométricas de monitoramento Rio do Peixe I e II e Caiapó I e II, no Rio Araguaia, com o levantamento batimétrico de detalhe do canal principal e dos sistemas lacustres a partir da utilização de imageamento de detalhe com uso de VANT em diferentes períodos do ano ao longo dos cinco anos de execução do Programa e após, com uso de ecossonda (Furuno-GP 1650F/DF50/200 kHz).

A determinação da vazão e das velocidades do fluxo poderá ser realizada com ADCP (*Acoustic Doppler Current Profile*). Diversos parâmetro físico-químico poderão ser determinados *in situ*, com sonda portátil HORIBA (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) em distintos períodos do ciclo hidrológico.

De modo complementar, poder-se-á se utilizar de amostras processadas (filtro/membrana) para análise em Laboratório de Espectroscopia Atômica em convênio com instituições de ensino e pesquisa.

### O QUE FAZER

- Topografia e relevo;
- Hidrologia e hidrogeologia;
- Mapas geológicos regionais;
- Evolução geológica da região;
- Mapas tectônicos;
- Sismicidade e outros riscos geológicos;
- Vazão;
- Ciclo hidrológico (cheia/seca);
- Capacidade de transporte pelo sistema fluvial;
- Pendente regional e local;
- Carga em suspensão;
- Carga de fundo;
- Dinâmica do talvegue;
- Hidrogeoquímica;
- Batimetria de canal.

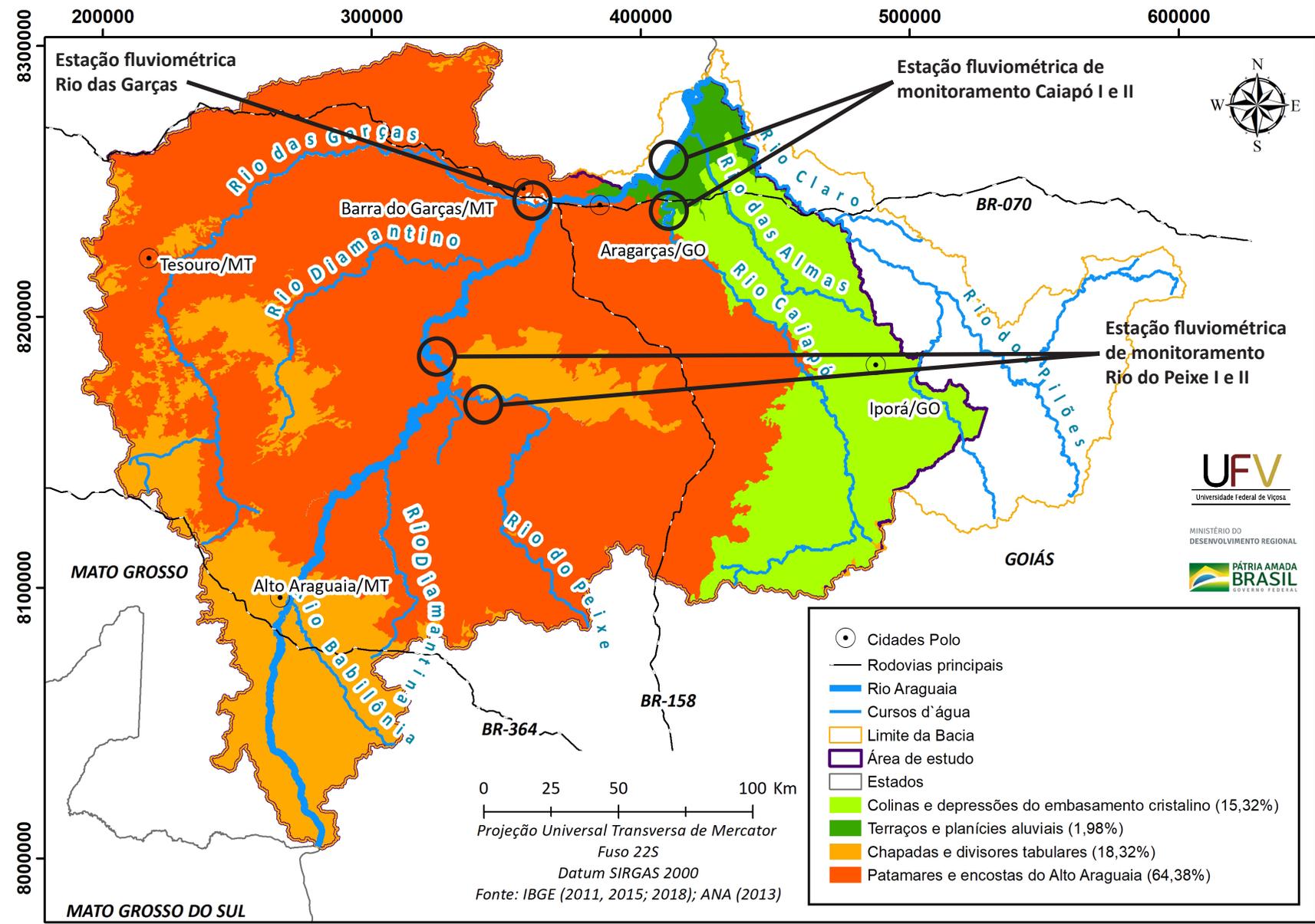


Figura 1 Estações fluviométricas e setores pedo-hidrológicos (adaptada de MDR-UFV, 2020).

## COMO FAZER

### Estudos preliminares

Na implantação de ações que visam à Conservação de Solo e Água, os estudos preliminares de hidrossedimentologia devem ser desenvolvidos como parte integrante do projeto abiótico/biótico, restabelecendo a funcionalidade/sustentabilidade da paisagem, i.e, da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, em específico dos canais fluviais e das planícies aluvionares e feições associadas (bancos arenosos, ilhas, terraços, paleocanais, lagos), conforme modelagem de demais projetos correspondentes que integram o todo Juntos pelo Araguaia, principalmente (controle de erosão natural, associada a estradas, associadas ao uso e à ocupação do solo, infiltração de água em face do escoamento, áreas de recarga, plantio de mudas), para auxiliar na definição/indicação das alternativas mais viáveis do desenho do projeto, visando dar soluções com maior eficiência e eficácia mais adequadas para implantação nas áreas prioritárias.

Especificamente no âmbito dos estudos hidrossedimentológicos/morfossedimentares, a fase preliminar envolve a definição dos fatores condicionantes geológicos na região, tais como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, pendente, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho de maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo.

### Levantamento bibliográfico sobre a região

Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, históricos hidrológicos, sistológicos, dados de vazão, de carga de fundo e carga em suspensão, geoquímica da água, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, como por trados, trincheiras, geofísica, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades (teses, dissertações, artigos, monografias), institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como, por exemplo, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás (SMET), Agência Nacional das Águas (ANA), dados da antiga Metais de Goiás S/A (METAGO), ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, Universidade de Brasília (UnB), UFG /IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás, EMBRAPA CERRADO, ANEEL, Universidade Estadual de Goiás (UEG), secretarias municipais

de Meio Ambiente e de Finanças, sindicatos rurais, dados gráficos da internet, dados empíricos relatados por moradores da região.

### Revisão de Dados Hidrológicos, Hidrossedimentológicos, Morfossedimentares e Geoquímicos

Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em sistemas fluviais semelhantes, como comportamento de dinâmica fluvial de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões/deposições, sondagens, perfuração de poços, etc. A exemplo, o trabalho de Werneck Lima et al (2003) relativo ao diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins, desenvolvido em conjunto pela EMBRAPA CERRADOS, a ANEEL e a ANA, representa um grande avanço no conhecimento hidrossedimentológico da região Centro-Oeste.

Se necessárias, podem ser efetuadas investigações hidrossedimentológicas/morfossedimentares localizadas e específicas, como perfis transversais e longitudinais ao sistema fluvial, cálculo de vazão, de sedimentos em suspensão (carga em suspensão) e de arrasto (carga de fundo), composição mineralógica, geoquímica dos sedimentos, porém em número reduzido. Pode-se realizar, por exemplo, batimetria do canal, sondagem por trado

mecânico em unidades morfossedimentares em perfil previamente plotado na região para determinação de característica de lito-estratigrafia, seção geofísica para determinação da característica de fluxo de água subterrânea fora da planície, determinação do freático e do aquífero para melhor entender zonas de recarga, armazenamento e de surgência do recurso hídrico subterrâneo, etc.

O campo deve ser executado a partir da aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e da incorporação dos dados de poligonais delimitadas para implantação do projeto, como método de recuperação de erosões, de aumento da capacidade de infiltração, terraceamento e processos de plantio. Essa etapa deve gerar uma base cartográfica com indicação de zonas de recarga/surgência de água, dados de porosidade e permeabilidade, estrutura do saprolito, comportamento espacial dos corpos rochosos (atitudes e mergulho de camadas/xistosidades), direção de fluxo de água superficial e subsuperficial e respectivos modelos.

Os afloramentos de rocha devem receber atenção especial, com levantamento das atitudes das discontinuidades e suas descrições, conforme as normas indicadas pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Sociedade Brasileira de Mecânica de Rochas. O levantamento de atitudes deve ser

em número suficiente para montagem dos estereogramas de distribuição, de maneira que se possa formular um modelo geológico-estrutural para a região.

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica, hidrossedimentológica, bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, vertentes, planícies de inundações e calhas fluviais.

Deve-se utilizar aerofotointerpretação, imageamento por VANT, dados satelitários da área, mapas hidrográficos, hidrogeológicos, hidrossedimentológicos, morfossedimentares, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações hidrogeológicas/morfossedimentares eventualmente existentes, como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

Devem-se levantar dados quanto à natureza da litologia, tais como: a textura e estrutura (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade, atitudes), pendentes regionais e locais, dinâmica do freático, formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Estabelecer ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas. As discontinuidades devem ser objeto de levantamento sistemático de suas atitudes, isto é, direção e mergulho, devendo ser apresentados estereogramas de distribuição que auxiliem na elaboração do modelo hidrogeológico/estrutural para a região e para ações específicas com finalidades de dar mais dinâmica/eficiência e eficácia no processo de infiltração.

Também se devem anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga/surgência de água e do nível do lençol freático.

O detalhe das investigações geológicas/hidrogeológicas a serem feitas está ligado à especificidade do Programa Junto pelo Araguaia a ser implantado e à complexidade da natureza hidrogeológica local. Exemplo: a implantação de intervenções com fins de recuperação de água e solo em região de ocorrência de formações pré-cambrianas, com diversas litologias e estruturas geológicas associadas, demandará extensa campanha para sua caracterização. Por outro lado, regiões mais homogêneas fi-

siograficamente/hidrogeologicamente e geologicamente são caracterizadas mais facilmente (rochas sedimentares).

A execução de investigações geológicas/hidrogeológicas/hidrossedimentológicas/morfosedimentares deve complementar os dados levantados a partir do mapeamento hidrogeológico/hidrossedimentológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do projeto e os métodos mais adequados, tanto aos maciços e às estruturas sedimentares como os sistema calha-planície- aluvial mapeados, como à complexidade das ações do Programa Junto pelo Araguaia a serem implantadas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição de zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- Elaboração de métodos de implantação de terraceamento;
- Definição de métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;
- Qualificação e quantificação de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Definição de zonas de controle de escoamento superficial e subterrâneo;
- Estabelecimento do balanço hídrico para região;
- Estabelecimento da dinâmica do freático;

- Quantificação e qualificação dos tipos de aquíferos;
- estabelecimento das relações entre águas de superfície e aquíferos freáticos e profundos.

### REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA Nacional de Águas (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas**[online]. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/HidroWeb.asp>>.
- ALMEIDA, L. de et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás, 2006.
- AMARAL FILHO, Z. Influência da Pedologia no Mapeamento Geológico do Triângulo Mineiro. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Relatório Interno. Goiânia, 1982.
- AQUINO, S. **Regime hidrológico e comportamento morfo-hidráulico do Rio Araguaia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2002.
- ARRUDA, B. M. (2000). **Projeto Corredor Ecológico Bananal-Araguaia**. MMA/IBAMA. Brasília.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira e Geologia de Engenharia. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução.

Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim n. 4**, 3. ed. São Paulo: ABGE, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995.

BARBALHO, M. G. da S. (2002) **Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na Alta Bacia do rio Araguaia (GO/MT)**, 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio- Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

BAYER, Maximiliano. **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do Rio Araguaia. Goiânia, 2010**. Tese (Doutorado) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás.

BAYER, M. (2002). **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho**. 2002. p. 138. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2002.

CARVALHO, M. T. (2006). **Transporte de carga sedimentar no Médio Rio Araguaia entre**

- os Rios Crixás-Açú e Javaés.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2006.
- CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguaína:** condicionantes dos processos erosivos lineares. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás, 2004.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.
- IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales:** las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.
- LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/METAGO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.
- LATRUBESSE, E. M. 2003. The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems. In: **3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology**, 193-212.
- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 1988.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás:** Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.
- SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia:** Conceitos, Métodos e Prática. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.
- SECRETARIA de Transporte, SP, Diretoria de Engenharia. **Estudos geológicos.** São Paulo: Departamento de Estrada de Rodagem, 2006.
- TOGNON, A. A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia.** ABGE, 1985.
- VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).
- VALENTE, C. R. (2007). **Geotectonic, geologic evolution and regional geomorphology of the Araguaia river basin, Central Brazil.** Teses de Doutorado. CIAMB-UFG. 2007.
- VAZ, L. F. Classificação geológica dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. Solos e rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia.** v. 19, 1996.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia,** v. 67, n. 6, 23 out. 2015.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the.. **Sociedade & Natureza,** v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.

## ANEXO 14 MANUAL DE GEOLOGIA

### METODOLOGIA GERAL

#### Estudos Preliminares

Na implantação de ações que visam à Conservação de Solo e Água, os estudos preliminares de geologia devem ser desenvolvidos como parte do projeto integrado abiótico/biótico restabelecendo a funcionalidade/sustentabilidade da paisagem, i.e, da alta Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, conforme instrução de demais projetos correspondentes que integram o todo Juntos pelo Araguaia principalmente (controle de erosão natural, associada a estradas, associadas ao uso e ocupação do solo, infiltração de água em face do escoamento, áreas de recarga, plantio de mudas), para auxiliar na definição das alternativas mais viáveis do desenho do projeto visando dar soluções com maior eficiência e eficácia mais adequadas para implantação nas áreas prioritárias.

Especificamente no âmbito dos estudos geológicos, a fase preliminar envolve a definição e espacialização dos fatores condicionantes geológicos da dinâmica da paisagem na região, como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho

de maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo.

#### Levantamento Bibliográfico sobre a Região

Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, assim como por trados, trincheiras, geofísica, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades, institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como, por exemplo, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás (SMET), Dados da antiga Metais de Goiás S/A (META-GO), ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, Universidade de Brasília (UnB), UFG /IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás, Universidade Estadual de Goiás (UEG),

dados gráficos da internet e dados empíricos relatados por moradores da região.

Também devem ser investigados os pontos de maior sensibilidade ambiental e antrópica na área de influência direta e indireta do Programa ou os que tiveram alteração da solução, seja por indicação dos estudos ambientais, ou por adequação no formato espacial.

Devem ser elaborados estudos detalhados no caso de regiões complexas do ponto de vista geológico/geotécnico/hidrogeológico, como áreas de subsidência, escorregamentos, solos colapsíveis, etc., cujas investigações, executadas nas fases anteriores não tenham sido suficientes para adoção de soluções mais adequadas do ponto de vista técnico-econômico.

Basicamente, os estudos constam da execução da sequência de procedimentos de coleta de dados primários, complementando os dados levantados e os documentos elaborados, alimentando o modelo geológico regional e local no sentido da eficiência/eficácia ao Programa Juntos pelo Araguaia.

Os estudos geológicos contribuem na otimização do projeto de recuperação da paisagem e das soluções de implantação e definição de:

- zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- métodos de implantação de terraceamento;
- métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;
- zonas de controle de transporte de sedimento;
- zonas de controle de escoamento superficial e subterrânea.

Salienta-se que, na fase de execução do projeto, o acompanhamento técnico é particularmente importante na locação/implantação de intervenções no sistema rocha-solo-cobertura vegetal, principalmente em maciços sustentados por filitos, folhelhos, solos expansivos e solos rasos, etc. O trabalho consiste no mapeamento geológico-estrutural das frentes de intervenção para confirmação dos materiais e observação de seu comportamento para alimentação do modelo hidrogeológico desejado.

Deve-se verificar a compatibilidade entre o comportamento previsto no projeto e a realidade de implantação. Devem ser tomadas providências quanto à adaptação de soluções adotadas, aferição de estimativas de quantitativos de área e volume (área de recarga e volume, área de escoamento superficial e volume) so-

lução para condicionantes geológico/geotécnicos/hidrogeológicos não identificados, etc.

As atitudes das discontinuidades, a descrição da litologia, o comportamento hidrogeológico e todas as observações adicionais que se julguem importantes devem ser anotadas e representadas adequadamente nos relatórios e desenhos.

### O QUE FAZER

Especificamente no âmbito dos estudos geológicos, envolve a definição espacial, volumétrica e estrutural dos fatores condicionantes geológicos da dinâmica da paisagem na região, tais como litologias, estratigrafia, texturas, estruturas, geometria do corpo litológico, para o auxílio do estudo de alternativas do desenho de maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo.

### COMO FAZER

Mapeamento com uso das novas geotecnologias (dados satelitários, VANT, ArcGis, entre outros) e validação/calibração com dados de campo sobre (padrão litológico, tectônico, estrutural, textura e xistosidade, entre outros) com uso de amostragem em afloramentos, furos de trado mecânico e sondagem, preparação de lâminas para petrografia, coleta de

dados lineares e planares com uso de bússola com clinômetro para modelagem tectônica.

Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, sismológicos, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, assim como por trados, trincheiras, geofísica, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades, institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como por exemplo a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Minas (SMET), Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás, Dados da antiga Metais de Goiás S/A (METAGO), ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, Universidade de Brasília (UnB), UFG /IESA/LAPIG – Universidade Federal de Goiás, Universidade Estadual de Goiás (UEG), dados gráficos da internet e dados empíricos relatados por moradores da região.

Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em unidades geológicas semelhantes, como comportamento de dinâmica fluvial de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões, sondagens e ensaios existentes, perfuração de poços, etc.

Pode-se realizar, por exemplo, sondagem rotativa na região para determinação de característica litoestratigráfica, seção geofísica para determinação da característica de fluxo de água subterrânea, determinação do aquífero freático e do aquífero profundo, para melhor entender zonas de recarga, armazenamento e de surgência do recurso hídrico subterrâneo, etc.

Deve ser feito mapeamento expedito de campo ao longo da região de estudo em perfis topográficos/geológicos/geotécnicos transversais ao eixo do sistema fluvial principal, das alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental visando à identificação das unidades litológicas e seus contatos, das regiões que possam apresentar afloramentos de rocha, de infiltração, cicatrizes de antigos escorregamentos e quaisquer outros sinais que possam levar à identificação de possíveis problemas geotécnicos/geológicos/hi-

drogeológicos frente à dinâmica climática regional/local e ao atual uso e ocupação do solo.

A identificação das unidades litológicas ao longo do traçado permite estimar o comportamento geotécnico/geológico/hidrogeológico frente ao projeto de reconstituição da paisagem, com plantio de mudas, recuperação de solo e água, com construção de terraços/curvas de nível, trincheiras de infiltração (dimensionamento feito caso a caso para cada ponto de intervenção) na espacialização das açoes.

Nesta fase, a diretriz do estabelecimento das poligonais para a recomposição florestal, recuperação de solo e água escolhidas preliminarmente deve ser analisada segundo os fatores condicionantes geológicos levantados durante os estudos preliminares. O objetivo é a otimização do processo de recuperação da paisagem e indicação das soluções mais adequadas, considerando, os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Essas soluções devem influenciar na delimitação das poligonais que comporão a recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia (BHRA, alta bacia) com foco nas áreas previamente determinadas como áreas prioritárias.

O projeto básico inicia-se com a execução do mapeamento geológico /geotécnico/hidrogeológico de campo e deve ser executado com base na aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e na incorporação dos dados de poligonais delimitadas para implantação do projeto, como método de recuperação de erosões, de aumento da capacidade de infiltração, terraceamento e processos de plantio. Essa etapa deve gerar uma base cartográfica com indicação de zonas de recarga/surgência de água, dados de porosidade e permeabilidade, estrutura do regolito, comportamento espacial dos corpos rochosos (atitudes e mergulho de camadas/xistosidades), direção de fluxo de água superficial e subsuperficial e respectivos modelos.

Os afloramentos de rocha devem receber atenção especial, com levantamento das atitudes das descontinuidades e suas descrições conforme as normas indicadas pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Sociedade Brasileira de Mecânica de Rochas. O levantamento de atitudes deve ser em número suficiente para montagem dos estereogramas de distribuição, de maneira que se possa formular um modelo geológico-estrutural para a região.

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica, bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, das vertentes e das calhas fluviais.

As investigações geológicas visam à caracterização da região de implantação do Programa e à elaboração do modelo geológico e geotectônico local.

Devem-se utilizar aerofotointerpretação e dados satelitários da área, mapas geológicos, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações geológico-geotécnicas eventualmente existentes, tais como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios, etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

Devem-se levantar dados quanto à natureza da litologia, tais como a textura e estrutura (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade), formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Devem-se levantar ainda dados quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso e as

características de espaçamento, persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas. As discontinuidades devem ser objeto de levantamento sistemático de suas atitudes, isto é, direção e mergulho, devendo ser apresentados estereogramas de distribuição que auxiliem na elaboração do modelo estrutural para a região e para ações específicas com finalidades de dar mais dinâmica/eficiência e eficácia no processo de infiltração.

Também se deve anotar dados a respeito da água subterrânea, incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos maciços e a recarga/ surgência de água e do nível do lençol freático.

A execução de investigações geológicas deve complementar os dados levantados a partir do mapeamento geológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Programa e os métodos mais adequados tanto aos maciços e às estruturas sedimentares mapeados como à complexidade das ações do Programa Juntos pelo Araguaia a serem implantadas.

Os estudos geológicos devem contribuir na otimização do projeto de recuperação da pai-

sagem e das soluções de implantação e definição de:

- zonas de disciplinamento de águas pluviais em superfície;
- métodos de implantação de terraceamento;
- métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;
- zonas de controle de transporte de sedimento;
- zonas de controle de escoamento superficial e subterrânea.

Devem ser tomadas providências quanto à adaptação de soluções adotadas, aferição de estimativas de quantitativos de área e volume (área de recarga, volume, área de escoamento superficial, volume) solução para condicionantes geológico/geotécnicos/hidrogeológicos não identificados, etc.

As medidas de atitudes das discontinuidades, a descrição da litologia, o comportamento hidrogeológico e todas as observações adicionais que se julguem importantes devem ser anotadas e representadas adequadamente nos relatórios e desenhos.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- a) Determinação das condicionantes geológicas da área do Programa:

- tipo e características dos materiais geológicos;
  - características dos corpos rochosos, distribuição e espacialidade;
  - orientação e características das discontinuidades.
- b) Determinação dos dados dos corpos litológicos necessários para o projeto de recuperação de solo e água:
- solos, granulometria da matriz rochosa e maciço rochoso;
  - dados para classificações de rochas com capacidades armazenadoras, distribuidoras de água, alta, baixa e média resistência a processos erosivos.
- c) Conhecimento dos problemas geológicos que podem afetar na eficiência/eficácia do Programa Juntos pelo Araguaia:
- infiltrações importantes;
  - zonas tectonizadas, estruturas geológicas e cavidades;
  - solos rasos;
  - rochas friáveis;
  - rochas impermeáveis;
  - rochas permeáveis;
  - rochas duras;
  - rochas com alta xistosidade;
  - atitudes das estruturas planares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. de et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás, 2006.

AMARAL FILHO, Z. Influência da Pedologia no Mapeamento Geológico do Triângulo Mineiro. In : **Projeto RADAMBRASIL**. Relatório Interno. Goiânia, 1982.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim n. 4**, 3. ed. São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995.

Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria de Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.

IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales**: las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/META-GO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.

LATRUBESSE, E. M. 2003. The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems. In: **3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology**, 193-212.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores).

- Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 1988.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás:** Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.
- SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia:** Conceitos, Métodos e Prática. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.
- SECRETARIA de Transporte, SP, Diretoria de Engenharia. **Estudos geológicos.** São Paulo: Departamento de Estradas de Rodagem, 2006.
- TOGNON, A. A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia.** ABGE, 1985.
- VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).
- VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia.** v.19, 1996.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do rio vermelho, goiás, brasil. **Revista Brasileira de Cartografia,** v. 67, n. 6, 23 out. 2015.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the.. **Sociedade & Natureza,** v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.

## ANEXO 15

### MANUAL DE FOCOS DE CALOR ATIVOS

Este manual visa apresentar a metodologia para monitoramento de focos de calor ativos e das cicatrizes de queimadas.

### METODOLOGIA GERAL

#### Monitoramento do Fogo – Focos de Calor

##### Ativos

A utilização de séries temporais satelitárias é de fundamental importância para se entender a dinâmica funcional e estrutural das paisagens naturais e antrópicas. Especificamente no que diz respeito à ocorrência e recorrência de queimadas, o uso de séries temporais de produtos biofísicos (ex. índice de vegetação, evapotranspiração), ao evidenciarem distintos padrões de resiliência e crescimento da vegetação, podem indicar a distribuição espacial de áreas mais ou menos suscetíveis à propagação do fogo.

Nesta perspectiva, considerando-se a recuperação das áreas degradadas visando à produção de água e a conservação natural da Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia e, por estarem localizadas no Cerrado, bioma que registra elevada quantidade de incêndios durante a estação seca (maio a outubro), o monitoramento dos incêndios se faz necessário em função da

alta carga de material combustível acumulado nas áreas naturais e antrópicas, com destaque para as pastagens, altas temperaturas ( $> 30^{\circ}\text{C}$ ), baixa umidade relativa do ar (estiagem  $> 40$  dias) e o seu alto potencial de degradação das áreas atingidas pelo fogo, tais como os solos e a matéria orgânica.

Para essa proposta, o monitoramento do fogo será realizado diariamente durante a estação seca do Cerrado, enquanto, na estação chuvosa (novembro a abril), devido ao maior acúmulo de precipitação pluviométrica (chuva), esse monitoramento diário deverá ser estendido apenas para os períodos de veranicos, caracterizados por altas temperaturas e período seco). O monitoramento diário dos registros de focos de calor vai considerar o limite da Bacia do Alto Araguaia e as áreas prioritárias de recuperação ambiental selecionadas e implementadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia, uma vez que os incêndios no Cerrado apresentam grande impacto de degradação dos ambientes em função da disponibilidade de material combustível fino (espessura menor que 2 milímetros) e a sua velocidade de propagação.

O monitoramento diário da dinâmica do fogo na Bacia do Alto Araguaia utilizará os focos de calor (coordenadas geográficas – latitude e lon-

gitude) disponibilizados diariamente pelo Banco de Dados de Queimadas (BD Queimadas) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do FIRMS NASA (*Fire Information for Resource Management System*) em função do tamanho da área monitorada e do distanciamento entre as áreas selecionadas para a recuperação ambiental. O Programa Queimadas do INPE e do FIRMS NASA realiza o tratamento (seleção e organização) dos produtos globais de fogo e disponibiliza para o Brasil e o continente sul-americano os dados de focos ativos diários fornecidos pelas principais agências governamentais, tais como a Agência Espacial Europeia (ESA), a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) e a Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera (NOAA).

O Banco de queimadas do INPE disponibiliza 17 produtos que realizam o mapeamento dos focos de calor em nível global, os quais fornecem o monitoramento pelo período da manhã e da tarde. Os produtos são provenientes de satélites polares (trajetória orientada perpendicularmente ao equador terrestre – imageamento dos polos terrestres), tais como MODIS MOD14 (Terra – manhã e tarde), MODIS MYD14 (Aqua – manhã e tarde – referência), NOAA 18 (manhã e tarde), NOAA 19 (manhã e tarde), NOAA 20, METOP-B, METOP-C e NPP-

375, e de satélites geoestacionários (geolocalização fixa próxima ao equador terrestre – imageamento da mesma porção da superfície da Terra) GOES-13, GOES-16 e MSG-03 (INPE, 2020).

O monitoramento diário dos focos de calor poderá ser realizado em parceria com o INPE para a obtenção dos dados de focos, possibilitando a elaboração de um relatório diário simplificado. Além do relatório diário de focos de calor, que será disponibilizado na página web do Juntos Pelo Araguaia, será proposto um sistema de envio de notificação, via mensagens SMS (Serviço de Mensagens Curtas), para os produtores rurais cadastrados ao projeto de recuperação ambiental. As mensagens via SMS vai conter as informações básicas dos relatórios diários e um informativo sobre o risco de incêndio nas propriedades vizinhas em um raio de até 10 quilômetros (5 buffers de 2 quilômetros), o que permitirá a tomada de ações de prevenção do fogo nas propriedades, sobretudo nas áreas destinadas à recuperação da vegetação nativa vinculadas ao Programa.

### **Monitoramento do Fogo – Mapeamento das Cicatrizes de Queimadas**

A frequência e/ou recorrência das queimadas no bioma Cerrado influencia na estrutura

das comunidades, na dinâmica de nutrientes dos solos e nas fontes de gases traços, assim como no material particulado e carbono emitidos para a atmosfera. As principais causas de ocorrência e recorrência das queimadas no bioma Cerrado são a renovação da pastagem na segunda metade da estação seca (agosto-setembro), o desmatamento da vegetação remanescente e a limpeza das áreas para o cultivo de novas culturas. Estas queimadas se intensificam no meio do período da estação seca (agosto a outubro) quando o estrato herbáceo-subarbusivo se encontra bastante inflamável. Este regime de queima provoca grande impacto, pois tem-se o padrão fenológico da vegetação voltado para a renovação das copas e reprodução.

O mapeamento das cicatrizes de queimadas para a Bacia do Alto Araguaia se faz fundamental para entendermos os impactos ambientais, sobretudo o potencial de degradação e de recuperação dos vários sistemas naturais presentes nas regiões de Mato Grosso e de Goiás durante e após o desenvolvimento do projeto Juntos Pelo Araguaia. Outro ponto de destaque para obtenção das cicatrizes de queimadas é determinar o padrão espacial da recorrência do fogo e os estágios de recuperação da biomassa (material combustível fino)

nas áreas atingidas pelo fogo, como também os níveis de degradação de uma área que apresentou sucessivos anos de incêndios. Esse mapeamento será imprescindível para o monitoramento do risco do fogo na Bacia do Alto Araguaia.

O mapeamento das cicatrizes de queimadas será realizado com imagens orbitais dos satélites Landsat, considerando-se o recorte temporal entre 2000 a 2020. O recorte temporal estabelecido permitirá entender os padrões de ocorrência e de recorrência nas áreas antrópicas e naturais. A série de satélites Landsat é amplamente utilizada pela comunidade científica do sensoriamento remoto para o mapeamento de cicatrizes de queimadas em função da sua resolução espacial (30 metros o pixel) e bandas espectrais nos comprimentos de onda do visível, infravermelho, infravermelho de ondas curtas e termal, conferindo a possibilidade de utilização de vários índices espectrais para discriminação das cicatrizes provocadas pelo fogo (Tabela 1).

A utilização de índice espectral para o mapeamento das cicatrizes confere boa separabilidade entre os valores dos alvos da superfície com as queimadas, sobretudo com áreas húmidas que apresentam uma alta variabilidade

**Tabela 1** Índices espectrais utilizados para o mapeamento das cicatrizes de queimadas.

Índices Espectrais	Acrônimo	Equação	Referência
Burned Area Index	BAI	$1/[(0,1-R)^2 + (0,06-NIR)^2]$	CHUVIECO et al., 2002
Normalized Burn Ratio	NBR	$(NIR-SWIR2) / (NIR+SWIR2)$	KEY & BENSON, 1999
Mid-Infrared Burn Index	MIRBI	$(10*SWIR2) - (9,8*SWIR1) + 2$	TRIGG et al., 2001
Normalized Difference Vegetation Index	NDVI	$(NIR-R) / (NIR+R)$	ROUSE et al., 1973
Soil Adjusted Vegetation Index	SAVI	$(1+L)*[(NIR-R)/(NIR+R+L)]$ onde L=1	HUETE, 1988
Char Soil Index	CSI	$NIR/SWIR2$	SMITH et al., 2007
Variation of Normalized Burn Ratio	NBR2	$(SWIR1-SWIR2) / (SWIR1+SWIR2)$	KEY & BENSON, 1999
Normalized Difference Moisture Index	NDMI	$(NIR - SWIR1) / (NIR + SWIR1)$	GAO, 1996
Enhanced Vegetation Index	EVI	$(NIR-R)/[NIR+(6*R)-(7,5*B)+1]$	HUETE et al., 1994
Burn-sensitive vegetation index	W	1,1*	LIBONATI et al, 2011

do sinal espectral entre as estações chuvosa e seca no Cerrado. Entre os índices espectrais apresentados, destacam-se os índices MIRBI e NBR 2 em função da separabilidade das cicatrizes de queimadas no Cerrado por utilizarem as bandas espectrais centradas no infravermelho de ondas curtas (SWIR 1 e SWIR 2) do sensor TM (Landsat 5) e OLI (Landsat 8).

Para realizar o mapeamento das cicatrizes de queimadas da Bacia do Alto Araguaia utilizando as imagens Landsat e os índices espectrais derivados das bandas espectrais, os quais promovem uma boa separabilidade dos alvos presentes na superfície terrestre, é necessária

a utilização de seis imagens por passagem do Landsat a cada 16 dias (recorte temporal).

Devido ao grande volume de dados e de processamento das imagens Landsat em razão do recorte temporal da análise, ou seja, 2.770 imagens (6 imagens/22 passagens por ano/21 anos), dessas serão derivados índices espectrais (NBR 2 e MIRBI) e utilizadas as bandas espectrais centradas nos comprimentos de onda do infravermelho próximo (NIR) e infravermelho de ondas curtas (SWIR 1 e SWIR 2) para classificação das cicatrizes de queimadas. Todas as imagens Landsat (16 bits – 65.536 níveis de cinza) utilizadas para a classificação das

cicatrizes serão convertidas automaticamente para os valores de reflectância no topo da atmosfera, variando de 0 (sem reflectância) a 1 (máxima reflectância).

Outro processo, anterior ao mapeamento das cicatrizes de queimadas, refere-se a coletas das amostras para treinamento do classificador. Serão coletadas amostras para cada ano (2000 a 2020), as quais devem ser coletadas, preferencialmente, entre julho e setembro de cada ano, meses com os maiores registros de queimadas, grande diversidade do sinal espectral das amostras (diferentes níveis de severidade do fogo em função do uso da terra e cobertura vegetal natural) e sem a presença de nuvens. Após o esforço da coleta de amostras, o processo de mapeamento se tornará totalmente operacional, uma vez que a produção dos mapeamentos anuais será automática para toda a Bacia do Alto Araguaia.

Atualmente temos vários classificadores, supervisionados (coleta de amostras) e não supervisionados (sem coletas de amostras) disponíveis para a classificação de imagens orbitais. O mapeamento das cicatrizes de queimadas para a Bacia do Alto Araguaia será realizado por meio de algoritmos computacionais de Aprendizado Profundo (*Deep Learning*) fundamentado no

conceito de redes neurais artificiais, ou seja, sistemas computacionais que buscam aprender os padrões de reconhecimento dos alvos conforme o cérebro humano. As aplicações de rede neurais no sensoriamento remoto estão apresentando rápidos avanços, sobretudo para a obtenção das cicatrizes de queimadas em função da boa distinção entre as áreas queimadas e o seu contexto (vizinhança), permitindo dessa forma a integração de informações contextuais e reduzindo o tempo computacional necessário. Após a classificação automática das imagens e da obtenção das cicatrizes de queimadas, o refinamento dos limites das cicatrizes mapeadas envolverá o processo de inspeção visual e edição manual.

A avaliação da qualidade dos mapas de cicatrizes de queimadas considerará uma validação de amostras visualmente inspecionadas utilizando-se a ferramenta *Temporal Visual Inspection* (TVI). Além da inspeção visual, será realizada a intercomparação entre os padrões de cicatrizes de queimadas mapeadas pelos produtos globais MCD64A1 e FireCCI51.

### Modelo do Risco de Incêndio para a Bacia do Alto Araguaia

O modelo do risco do fogo para a Bacia do Alto Araguaia vai considerar as seguintes infor-

mações: o uso da terra e a cobertura vegetal natural; a carga de material combustível disponível, considerando-se: a Produtividade Primária Bruta (PPB) da vegetação em áreas com recorrência e não recorrência do fogo; precipitação diária ( $\text{mm dia}^{-1}$ ); temperatura do ar e de superfície ( $^{\circ}\text{C}$ ); umidade relativa (%) do ar e da superfície; orientação de vertente e declividade (%); e a densidade de da malha viária.

O mapeamento do uso da terra e da cobertura vegetal natural para a Bacia do Alto Araguaia terá por base os mapeamentos realizados pelo MapBiomas com base em imagens Landsat de 30 m de resolução (Projeto MapBiomas, 2019). A análise de ocorrência, de recorrência e de risco de incêndio será realizada considerando-se o recorte temporal de 2000 a 2020. Serão atribuídos pesos para as classes de uso da terra e de cobertura natural em função do grau de flamabilidade, ou seja, quantidade de material combustível fino seco disponível para o consumo rápido do fogo durante a estação seca (Tabela 2).

De acordo com o mapeamento do uso da terra e vegetação natural de 2018, a Bacia do Alto Paraguai possui 52% da sua área convertidos em áreas de pastagens (Projeto MapBiomas, 2019). Estudos apontam que a alta densidade

**Tabela 2** Classes de uso da terra, cobertura vegetal natural e valores da constante de flamabilidade “A”.

Classes IBGE (agrupadas)	Cte. “A”
Corpos d’água	-x-
Floresta de contato; Campinarana	2,0
Ombrófila densa	1,5
Floresta de contato; Campinarana	2,0
Florestas decíduas e sazonais	1,72
Floresta de contato; Campinarana	2,0
Savana arbórea; Caatinga fechada	2,4
Savana; Caatinga aberta	3,0
Savana arbórea; Caatinga fechada	2,4
Savana; Caatinga aberta	3,0
Pastagens e gramíneas	6,0
Alagados permanentes	1,5
Agricultura e diversos	4,0
Áreas urbanas e construídas	-x-
Agricultura e diversos	4,0
Neve e gelo	-x-
Solos expostos; mineração	-x-

das pastagens, sobretudo as exóticas (ex. *Brachiaria sp.*, *Melinis minutiflora* – capim gordura), contribui para a frequência das queimadas e dos grandes incêndios, sendo que a vegetação do estrato herbáceo representa mais de 90% do combustível durante as queimadas. A eficiência dessas queimadas varia entre 75% a 98%, apresentando valores bastante altos em áreas com vegetação gramínea natural,

como campo sujo e campo limpo. Por sua vez, as espécies exóticas em ecossistemas naturais afetam na mudança das propriedades do material combustível, conseqüentemente no comportamento do fogo alterando o seu regime, frequência, intensidade, extensão e sazonalidade do fogo.

Os valores da constante de flamabilidade segundo as classes de uso da terra serão revisados considerando-se as condições ambientais da Bacia do Alto Araguaia em função da análise de material vegetacional seco e verde que será coletado em campo (in loco) durante a estação seca e chuvosa. Nesta etapa, serão realizadas atividades de campo para a coleta de biomassa em Goiás e Mato Grosso, selecionando áreas com ou sem recorrência de fogo. A logística e o período das coletas da biomassa seca e verde em campo serão realizados em conformidade com as outras equipes do Programa que estejam trabalhando no monitoramento das áreas em recuperação.

As coletas de biomassa em campo também vão auxiliar na calibração das estimativas de Produtividade Primária Bruta (PPB) da vegetação obtidas via imagens Landsat utilizando-se o modelo SEBAL-CASA (*Surface Energy Balance Algorithm for Land / Carnegie Ames Stan-*

*ford Approach*), que vai conferir boa eficiência para analisar sazonalidade climática do Cerrado e estimar a biomassa seca. A PPB é uma importante medida de avaliação da recuperação de áreas degradadas, permitindo estimar o sequestro do carbono atmosférico e a conversão deste em matéria orgânica por meio do processo de fotossíntese, armazenando-o na vegetação e no solo.

Para estimar a precipitação diária e acumulada serão utilizados os dados fornecidos pelas estações meteorológicas de superfície disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA), os quais serão interpolados para o limite territorial da Bacia do Alto Araguaia combinados com a densidade de focos de calor para estimar o risco de fogo conforme proposto por Setzer et al. (2019). Em complemento, serão utilizadas as estimativas de precipitações diárias fornecidas pelo programa *Global Precipitation Measurement (GPM)* através do *Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG)*, que obtém dados de vários satélites meteorológicos mesclados. As estimativas fornecidas pelo GPM-IMERG são indicadas para áreas com baixa densidade de estações de superfície.

Os dados de temperatura (°C) e de umidade do ar e da superfície serão obtidos das estações meteorológicas em funcionamento e com disponibilidade de dados dos últimos 20 anos (série histórica) fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agências Nacional de Águas (ANA). Para obter maior precisão e recobrimento do território, também serão utilizados dados de satélites que forneçam o monitoramento diário e mensal da temperatura e da umidade relativa do ar e da superfície.

A declividade e orientação das vertentes do relevo serão extraídos dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) fornecidos pelo *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* – 30 metros/pixel. Os demais dados geográficos de infraestrutura serão obtidos no sítio web do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e das Secretarias de Planejamento dos estados de Goiás e Mato Grosso.

Após a distribuição dos pesos e de estabelecer a hierarquia da importância das variáveis indicadas pelo método de multicritério de decisão, o modelo de risco de fogo será estabelecido pelo método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, que permite a estruturação dos critérios e alternativas, coleta de julgamentos, cál-

culo de prioridades; verificação da consistência do julgamento; e, por último, o cálculo das prioridades globais das variáveis.

O modelo de risco de incêndio para a Bacia do Alto Araguaia, considerando-se as variáveis estabelecidas, objetivará analisar o perigo integrado e a vulnerabilidade das áreas prioritárias para a recuperação ambiental conforme representado no fluxograma da Figura 1 (CHUVIECO et al., 2010). O Perigo integrado buscará compreender o perigo de ignição do fogo por meio da causa e do material combustível seco disponível, bem como a sua propagação na paisagem. A vulnerabilidade buscará medir os efeitos negativos dos incêndios nas propriedades rurais e nos estoques de carbono, nas condições de degradação dos solos e da vegetação e, por fim, o estado de conservação da paisagem em relação à ação do fogo.

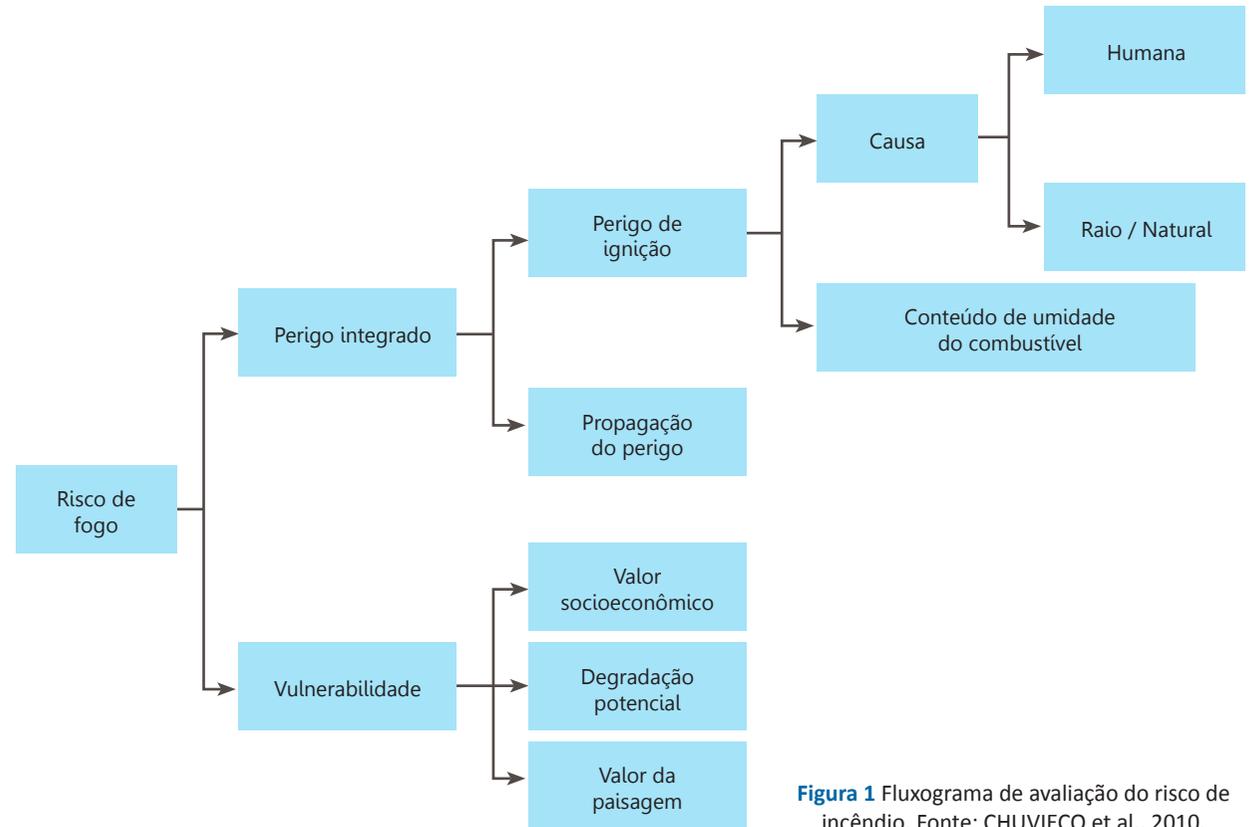


Figura 1 Fluxograma de avaliação do risco de incêndio. Fonte: CHUVIECO et al., 2010.

### O QUE FAZER

Para desenvolvimento e implementação do Modelo Preditivo de Risco de Incêndio para o monitoramento das áreas de restauração florestal da Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia será necessário desenvolver as seguintes etapas:

- Organização e atualização da base de dados de focos de calor diário compilada das principais bases nacionais e internacionais;

- Implementação e aprimoramento do sistema automático de compilação da base de dados de focos de calor – INPE/NASA/ESA;
- Desenvolvimento de aplicativo para acompanhamento diário do registro de focos de calor e relatório simplificado para a Bacia do Alto Araguaia;
- Mapeamento das cicatrizes de queimada para a Bacia do Alto Araguaia – base de

- dados importante para compreensão da extensão territorial, severidade do fogo e recorrência temporal das cicatrizes de queimadas na Bacia do Alto Araguaia;
- Validação do Mapeamento das cicatrizes de queimada para a Bacia do Alto Araguaia – O sinal espectral das áreas queimadas é efêmero (1 a 2 semanas) em função do seu grau de severidade. Sendo assim, o proces-

- so de validação do mapeamento de cicatriz de queimada proposto será realizado com base nos produtos globais amplamente utilizados pela comunidade científica nacional e internacional;
- Coleta de dados em campo – as informações de campo auxiliarão na coleta de biomassa e de outras métricas (altura, proporção de solo exposto, etc.); validação do mapeamento das cicatrizes de queimadas; e calibração do modelo preditivo de risco de incêndio para a Bacia do Alto Araguaia;
  - Desenvolvimento e aprimoramento do modelo preditivo de risco de incêndio – inserção de novas variáveis ambientais, atualização do banco de dados de fogo e informações de campo atualizadas;
  - Implementação do modelo preditivo de risco de incêndio para a Bacia do Alto Araguaia;
  - Relatórios de acompanhamento das etapas desenvolvidas ao final de cada semestre anual;
  - Entrega final dos produtos.

### COMO FAZER

A proposta de monitoramento do fogo e modelagem do risco de incêndio adaptado para as condições ambientais, climáticas e antrópicas da Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia será realizada considerando-se:

- Organização da base de dados de focos de calor e de cicatrizes de queimadas por meio da compilação das principais iniciativas nacionais e globais. A principal base nacional é o Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), enquanto, em nível internacional, as principais bases são fornecidas pela NASA/NOAA e pela Agência Espacial Europeia (ESA). Os dados de focos de calor diários e cicatrizes de queimadas mensais serão adquiridos automaticamente dessas bases, os quais serão recortados para o limite territorial da bacia e interseccionados com o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural fornecido pelo projeto MapBiomas. Esse sistema vai também realizar automaticamente a análise de proximidade (1 a 10 quilômetros) dos focos de calor diários em relação às áreas selecionadas para recuperação das áreas degradadas pelo Juntos Pelo Araguaia. Todos os resultados desse processamento serão armazenados no banco de dados do Programa;
- O Mapeamento das cicatrizes de queimadas mensais utilizará a abordagem de Aprendizagem Profunda (*Deep Learning*) baseando-se no conceito de redes neurais artificiais, ou seja, sistemas computacionais que buscam aprender os padrões de reconheci-

to dos alvos conforme o cérebro humano. As aplicações de rede neurais no sensoriamento remoto estão apresentando rápidos avanços, sobretudo para a obtenção das cicatrizes de queimadas em função da boa distinção entre as áreas queimadas e o seu contexto (vizinhança), permitindo dessa forma a integração de informações contextuais e reduzindo o tempo computacional necessário. Todo o processamento dos mosaicos mensais das imagens Landsat para a Bacia do Alto Araguaia, considerando-se o período de 2000 a 2020, será realizado na plataforma Google Earth Engine, que permite otimização dos processamentos de classificação de imagens. Após a classificação das cicatrizes de queimadas, será realizada a inspeção visual para seleção e refinamento do mapeamento automático, permitindo-se obter maior precisão dos limites territoriais e diferenciação das áreas queimadas e não queimadas. A validação terá por base o mapeamento *Global Annual Burned Area Map (GABAM)* realizado com imagens Landsat (30 metros/pixel). A validação consistirá nas análises estatísticas de erro de omissão, erro de comissão e erro global.

A implementação do Modelo do Risco de Incêndio adaptado das características climá-

ticas, ambientais e antrópicas da Bacia do Alto Araguaia considerará o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permite a estruturação dos critérios e alternativas, coleta de julgamentos, cálculo de prioridades; verificação da consistência do julgamento; e, por último, o cálculo das prioridades globais das variáveis. As variáveis inicialmente utilizadas para a modelagem do risco de incêndio são: o uso da terra e a cobertura vegetal natural; a carga de material combustível disponível considerando-se a Produtividade Primária Bruta (PPB) da vegetação em áreas com recorrência e não recorrência do fogo; precipitação diária ( $\text{mm dia}^{-1}$ ); temperatura do ar e de superfície ( $^{\circ}\text{C}$ ); umidade relativa (%) do ar e da superfície; orientação de vertente e declividade (%); e a densidade da malha viária. Para entender a produção de material combustível fino na Bacia do Alto Araguaia considerando-se as classes de uso da terra e de cobertura vegetal natural, serão realizados campos para coletar informações de altura, níveis de degradação (porcentagem de solo exposto, espécies invasoras, etc.) e volume de biomassa ( $\text{grama/m}^2$ ) produzida ao final da estação chuvosa (mês de abril) e final da estação seca (mês de setembro) nas áreas com maior recorrência de queimadas entre 2000 a 2020. Os dados coletados em campo auxiliarão na elaboração

do mapeamento de acúmulo biomassa por fitofisionomia e uso antrópico anual, permitindo melhor ajuste dos dados satelitários de Produção Primária Líquida (NPP) e Produção Primária Bruta para auxiliar na calibração espacial e temporal do modelo preditivo de risco de incêndio. Após o cálculo de prioridade das variáveis antrópicas e naturais da Bacia do Alto Araguaia, o modelo preditivo do risco de incêndio será implementado utilizando-se a ferramenta Dinamica EGO (Environment for Geoprocessing Objects), ambiente para objetos (dados/variáveis) de geoprocessamento. O Dinamica EGO possibilita desde a construção de modelos espaciais estáticos simples até modelos dinâmicos complexos, os quais podem envolver iterações aninhadas, retroalimentações dinâmicas, abordagem multiregiões, manipulação e combinação algébrica de dados em vários formatos, tais como mapas, tabelas, matrizes e constantes, processos de decisão para bifurcação e união de fluxos de execução, e uma série de algoritmos espaciais complexos para a análise e simulação de fenômenos espaço-temporais. Dinamica EGO é uma ferramenta de uso livre e desenvolvida pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## RESULTADOS ESPERADOS

Os principais resultados são:

- Monitoramento da ocorrência do fogo diário durante as estações secas e chuvosas (veranicos) para as áreas de recuperação ambiental e adjacentes selecionadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia;
- Desenvolvimento de aplicativo para acompanhamento diário do registro de focos de calor e aquisição de relatório simplificado para a Bacia do Alto Araguaia;
- Banco de cicatrizes de queimadas (área mensais entre 2000 a 2020);
- Modelo do Risco de Incêndio adaptado às características climáticas, ambientais e antrópicas da Bacia do Alto Araguaia.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, L. E. O. C. **Modelagem dos Padrões Temporal e Espacial da produtividade Primária Bruta Na Região do Tapajós**: Uma Análise Multi-Escala. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2004.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSTIDE, P. M. Fire frequency and area burned in the Roraima savannas of Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 204, p. 371-384, 2005.

- BECKAGE, B.; PLATT, W. J.; GROSS, L. T. Vegetation, fire, and feedbacks: a disturbance-mediated model of savannas. **American Naturalist**, v. 174, p. 805–818, 2009.
- BOND, W. J.; KEELEY, J. E. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20(7), p. 387-394, 2005.
- BOSCHETTI, L.; ROY, D.; BARBOSA, P.; BOCA, R.; JUSTICE, C. A. MODIS assessment of the summer 2007 extent burned in Greece. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p. 2433-2436, 2008.
- BOSCHETTI, L.; ROY, D.; HOFFMANN, A. A. **MODIS Collection 5 Burned Area Product - MCD45 User’s Guide**. Version 2.0. 2009.
- BROOKS, M.L.; D’ANTONIO, C.M.; RICHARDSON, D.M.; GRACE, J.B.; KEELEY, J.E.; DITOMASO, J.M.; HOBBS, R.J.; PELLANT, M.; PIKE, D. Effects of invasive alien plants on fire regimes. **BioScience**, v. 54, n. 7, p. 677-688, 2004.
- CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: A vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 263–283, 1998.
- CHUVIECO, E. A.; YEBRA, I.; NIETO M.; SALAS, H.; MARTIN, J.; VILAR, M.P.; MARTÍNEZ, L.; MARTÍN, J.; IBARRA, S.; DE LA RIVA, P.; BAEZA, J.; RODRIGUEZ, J.; MOLINA, F.; HERRERA, J. R.; ZAMORA, M. A. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system Technologies. **Ecological Modelling**, v. 221, 2010.
- CHUVIECO, E.; LIZUNDIA-LOIOLA, J.; PETTINARI, M.L.; RAMO, R.; PADILLA, M.; TANSEY, K.; MOUILLOT, F.; LAURENT, P.; STORM, T.; HEIL, A.; et al. Generation and analysis of a global burned area product based on MODIS 250m reflectance bands and thermal anomalies. **Earth System Science Data**, v. 10, n. 4, pg. 2015-2031, 2018.
- COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: Goldammer, J.G. (Ed.). **Fire in the tropical biota. Ecological Studies**, p. 82-105, 1990.
- DIAS, B. F. S.; MIRANDA, H. S. O Projeto Fogo. In: **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: projeto fogo**. Miranda, H. S. (Org). Brasília: IBAMA, 2010. p. 15-22.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, DF: Editora da UnB, 1994. p. 17-73.
- FRANÇA, H. **Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no cerrado com imagens AVHRR/NOAA**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências, USP, 2001b.
- FRANÇA, H.; SETZER, A. AVHRR analysis of a savanna site through a fire season in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 22, n. 13, p. 2449-2461, 2001a.
- GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N. F. Brazil’s Soy Moratorium. **Science**, v. 347, no. 6220, 2015. p. 377-378.
- GIGLIO, L. **MODIS Collection 5 Active Fire Product User’s Guide**. Version 2.4, 2010. Disponível em: <[http://www.fao.org/fireadmin/templates/gfims/docs/MODIS\\_Fire\\_Users](http://www.fao.org/fireadmin/templates/gfims/docs/MODIS_Fire_Users)>.
- GIGLIO, L.; BOSCHETTI, L.; ROY, D. P.; HUMBER, M. L.; JUSTICE, C. O. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. **Remote Sensing Environment**, v. 217, p. 72–85, 2018.
- HOU, A. Y.; KAKAR, R. K.; NEECK, S.; AZARBARZIN, A. A.; KUMMEROW, C. D.; KOJIMA, M.; OKI, R.; NAKAMURA, K.; IGUCHI, T. The Global Precipitation Measuring Mission. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 95, p. 701–722, 2014.
- HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; NELKIN, E. J. **Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) technical documentation**. 2015.

- NASA Doc. 47 p. Disponível em: <[http://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document\\_files/IMERG\\_doc.pdf](http://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_doc.pdf)>.
- INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Banco de Dados de queimadas**. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 22 de maio. 2020.
- JÖNSSON, P.; EKLUNDH, L. Seasonality extraction by function fitting to time-series of satellite sensor data. **IEEE Transactions Geoscience Remote Sensing**, v. 40, no. 8, 2002. p. 1824–1832.
- JÖNSSON, P.; EKLUNDH, L. TIMESAT – A program for analyzing time-series of satellite sensor data. **Computers Geosciences**, v. 30, 2004. p. 833–845.
- JUSTICE, C. O.; GIGLIO, L.; BOSCHETTI, L.; ROY, D. P.; CSISZAR I.; MORISETTE, J.; KAUFMAN, Y. **MODIS fire products – algorithm technical background document, version 2.3**, October, 2006. Disponível em: <[http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd\\_mod14.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod14.pdf)> . Acesso em: 28 jun. 2011.
- KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. **Journal of Ecology**, v. 82, 1994. p. 519–531.
- KNOPP, L.; WIELAND, M.; RÄTTICH, M.; MARTINIS, S. A Deep Learning Approach for Burned Area Segmentation with Sentinel-2 Data. **Remote Sensing**, v. 12, n. 2422, 2020.
- LEHMANN, C. E. R., ANDERSON, T. M., SANKARAN, M. et al. Savanna vegetation-fire-climate relationships differ among continents. **Science**, v. 343, p. 548-552, 2014.
- LENTILE, L. B.; HOLDEN, Z. A.; SMITH, A. M. S.; FALKOWSKI, M. J.; HUDAK, A. T.; MORGAN, P.; LEWIS, S. A.; GESSLER, P. E.; BENSON, N. C. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. **International Journal of Wildland Fire**, v. 15, p. 319-345, 2006.
- LONGO, K.; FREITAS, S. R.; ANDREAE, M. O.; YOKELSON, R.; ARTAXO, P. Biomass Burning in Amazonia: Emissions, Long-Range Transport of Smoke and Its Regional and Remote Impacts. In: John Gash; Michael Keller; Mercedes Bustamante; Pedro Silva Dias. (Org.). **Amazonia and Global Change: American Geophysical Union Press**, 2009.
- MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M.M.C.; MIRANDA, A. C. The Fire Factor. In: **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Oliveira, P. S.; Marquis, R. J. (Eds); Columbia University Press: New York, USA, p. 51-68, 2002.
- MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no Estado de Goiás: subsídios à política ambiental. In: Laerte Guimarães Ferreira Jr. (Org.). **A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado**. Goiânia: Editora UFG, v. 1, p. 107-125, 2008.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403: 853-858, 2000.
- NOGUEIRA, S. M.; PARENTE, L. L.; FERREIRA, L.G. Temporal Visual Inspection: uma ferramenta destinada à inspeção visual de pontos Em Séries Históricas de Imagens de Sensoriamento Remoto. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva 6 a 9 de novembro de 2017**, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 624-628. 2017.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In Sano, S. M.; Almeida, S. P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, 1998. p. 193-230.
- PEREIRA, A. A.; TEIXEIRA, F. R.; LIBONATI, R.; MELCHIORI, E. A.; CARVALHO, L. M. T. Avaliação de Índices Espectrais para Identificação de Áreas Queimadas no Cerrado Utilizando Dados Landsat Tm. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 8, 16 out. 2016.

- PINTO, M. M.; LIBONATI, R.; TRIGO, R. M.; TRIGO, I. F.; DACAMARA, C. C. A Deep Learning Approach for Mapping and Dating Burned Areas Using temporal Sequences of Satellite Images. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 160, p. 260-274, 2020.
- PIROMAL, R. A. S.; RIVEIRA-LOMBARDI, R. J.; SHIMABURURO, Y. E.; FORMAGGIO, A. R.; KRUG, T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Revista Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 77 – 84, 2008.
- PIVELLO, V. R.; OLIVERAS, I.; MIRANDA, H. S.; HARIDASAN, M.; SATO, M. N.; MEIRELLES, S. T. Effect of fires on soil nutrient availability in an open savanna in Central Brazil. **Plant and Soil**, v. 337 (1-2), p. 111–123, 2010.
- POTTER, C. S.; DAVIDSON, E. A.; KLOOSTER, S. A.; NEPSTAD, D. C.; De EGREIROS, G. H.; BROOKS, V. Regional application of an ecosystem production model for studies of biogeochemistry in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology**, 4, 315-333, 1998.
- POTTER, C. S.; RANDERSON, J. T.; FIELD, C. B.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; KLOOSTER, S. A. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 7, n. 4, p. 811-841, 1993.
- PROJETO MapBiomass. **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://mapbiomas.org>>. Acesso em: maio de 2020.
- RAMOS-NETO, M. B. e PIVELLO, V. R. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, v. 26, n. 6, p. 675-684, 2000.
- RANDERSON, J. T.; CHEN, Y.; VAN DER WERF, G. R.; ROGERS, B. M.; MORTON, D. C. Global burned area and biomass burning emissions from small fires. **Journal of Geophysical Research**, v. 117, G04012, p. 1-23, 2012.
- RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 125-148, 2002.
- RIVERA-LOMBARDI, R. J. **Estimativa de áreas queimadas com produtos MODIS como subsídio à estimativa de emissões de gases de efeito estufa pela queima de biomassa na Amazônia e Cerrado brasileiros**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2009.
- RIVERA-LOMBARDI, R. J. **Estudo da recorrência de queimadas e permanência de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/Landsat**. Dissertação (Mestrado), São José dos Campos: INPE, 2003.
- ROTETA, E.; BASTARRIKA, A.; PADILLA, M.; STORM, T.; CHUVIECO, E. Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa. **Remote Sensing of Environment**, v. 222, p. 1-17, 2019.
- ROY, D. P.; BOSCHETTI, L.; JUSTICE, C. O.; JU, J. The Collection 5 MODIS Burned Area Product - Global Evaluation by Comparison with the MODIS Active Fire Product. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 3690-3707, 2008.
- SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.
- SATO, M. N. **Efeito a longo prazo de queimadas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do cerrado sensu stricto**. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- SELLERS, P. J.; DICKINSON, R. E.; RANDALL, D. A.; BETTS, A. K.; HALL, F. G.; BERRY, J. A.; COLLATZ, G. J.; DENNING, A. S.; MOONEY, H. A.; NOBRE, C. A.; SATO, N.; FIELD, C. B.; HENDERSON-SELLERS, A. Modeling the exchanges of energy, water, and carbon between continents and the atmosphere. **Science**, v. 275, 1997. p. 502-509.

- SOARES-FILHO, B.S.; RODRIGUES, H., COSTA, W. **Modeling Environmental Dynamics with Dinamica EGO**. Centro de Sensoriamento Remoto (IGC/ UFMG) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. 2009. Disponível em: <[http://www.csr.ufmg.br/dinamica/tutorial/Dinamica\\_EGO\\_guidebook.pdf](http://www.csr.ufmg.br/dinamica/tutorial/Dinamica_EGO_guidebook.pdf)>. Acesso em: 3 mar. 2017.
- SUGIHARA, N.G.; J.W. VAN WAGTENDONK, AND J. FITES-KAUFMAN. Fire as an ecological process. in: N.G. Sugihara, J.W. van Wagtendonk, K.E. Shaffer, J. Fites-Kaufman, and A.E. Thode, editors. **Fire in California's ecosystems**. University of California Press, Berkeley, USA. p. 58-74, 2006.
- TANSEY, K.; GREGOIRE, J. M.; STROPPIANA, D.; SOUSA, A.; SILVA, J.; PEREIRA, J. M. C.; BOSCHETTI, L.; MAGGI, M.; BRIVIO, P. A.; FRASER, R.; FLASSE, S.; ERSHOV, D.; BINAGHI, E.; GRAETZ, D.; PEDUZZI, P. Vegetation burning in the year 2000: Global burned area estimates from SPOT VEGETATION data. **Journal of Geophysical Research**, v. 109, D14S03, p. 1-22, 2004.
- VAN DER WERF, G. R.; RANDERSON, J. T.; GIGLIO, L.; COLLATZ, G. J.; KASIBHATLA, P. S.; ARELLANO, A. F.; OLSEN, S. C. KASISCHKE, E. S. Continental-Scale Partitioning of Fire Emissions during the 1997 to 2001 El Niño/ La Niña Period. **Science**, v. 303, p. 73-75, 2004.
- VELOSO, G. A. **Produtividade primária bruta e biomassa em pastagem no bioma Cerrado: uma análise a partir dos modelos SEBAL/ CASA e MOD17 no Estado de Goiás**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Goiás. 2018.
- YAMASOE, E., M.A.; ARTAXO, P.; MIGUEL, A.H. e ALLEN, A.G. Chemical composition of aerosol particles from direct emissions of vegetation fires in the Amazon Basin: water-soluble species and trace elements. **Atmospheric Environment**, v. 34, p. 1641-1653, 2000.

## ANEXO 16 MANUAL DE EROÇÃO

### METODOLOGIA GERAL

Deve ser feito mapeamento expedito de campo ao longo da região de estudo em perfis topográfico/pedológico/geotécnico e batimétrico em calha fluvial, perfis transversais ao eixo do sistema fluvial principal e demais sistemas que se mostrarem uma dinâmica ativa de porte relevante para o Programa Juntos pelo Araguaia (áreas prioritárias), nas alternativas precartografadas de polígonos de alta sensibilidade ambiental visando à identificação das unidades geoambientais e seus contatos, das regiões que possam apresentar afloramentos de rocha, solos de baixa capacidade de resistência a processos erosivos (susceptibilidade erosiva), de infiltração, cicatrizes de antigos escorregamentos e quaisquer outros sinais que possam levar à identificação de possíveis problemas geotécnicos / pedológicos / geológicos / hidrogeológicos / hidrossedimentológicos frente a dinâmica climática regional/local e ao atual uso e ocupação do solo.

A identificação das unidades geoambientais ao longo do traçado permite estimar o comportamento dos processos erosivos, do transporte e da sedimentação frente ao projeto de

reconstituição da paisagem com plantio de mudas, recuperação de solo e água com construção de terraços/curvas de nível, trincheiras de infiltração (dimensionamento feito caso a caso para cada ponto de intervenção das áreas prioritárias) na espacialização das ações.

Devem avaliar a importância no monitoramento da mitigação/validação das ações quanto a processos erosivos em quatro (4) pontos previamente determinados para possível instalação de 4 estações fluviométricas denominadas (Rio do Peixe I e II, e Rio Caiapó I e II), Figura 1 as quais serviram de apoio em todas as fases do projeto e após execução, atuando como instrumento de monitoramento/ajustes/validação das ações do Programa Juntos pelo Araguaia na recuperação de água e solo, permitindo se comparar o tempo inicial T0 (antes da implantação do Programa) e os tempos T1, T2, T3... Tn (durante e após a implantação do Programa).

Desta forma o projeto poderá ir-se ajustando conforme dados de monitoramento das características hidrossedimentológicas e geoquímicas do fluxo de sedimento em suspensão da alta bacia do Araguaia.

Esses estudos a exemplo podem ser complementados nas seções transversais onde se

instalaram as estações fluviométricas de monitoramento Rio do Peixe I e II e Caiapó I e II, no Rio Araguaia (Figura 1), com o levantamento batimétrico de detalhe do canal principal e dos sistemas lacustres a partir da utilização de imageamento de detalhe com uso de VANT em diferentes períodos do ano ao longo dos cinco anos de execução do projeto e após, com uso de ecossonda (Furuno-GP 1650F/DF50/200 kHz). A determinação da vazão e velocidades do fluxo poderá ser realizada com *Acoustic Doppler Current Profile* (ADCP). Diversos parâmetros físico-químicos poderão ser determinados *in situ* com sonda portátil HORIBA (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) em distintos períodos do ciclo hidrológico.

De modo complementar, poder-se-á utilizar de amostras processadas (filtro/membrana) para análise em Laboratório de Espectroscopia Atômica, em convênio com instituições de ensino e pesquisa

### O QUE FAZER

Especificamente no âmbito dos estudos erosivos, deve-se envolver a definição dos fatores condicionantes das unidades pedológicas (geologia, clima, relevo, solo e uso e ocupação do solo na região), com ênfase em, litoestruturas,

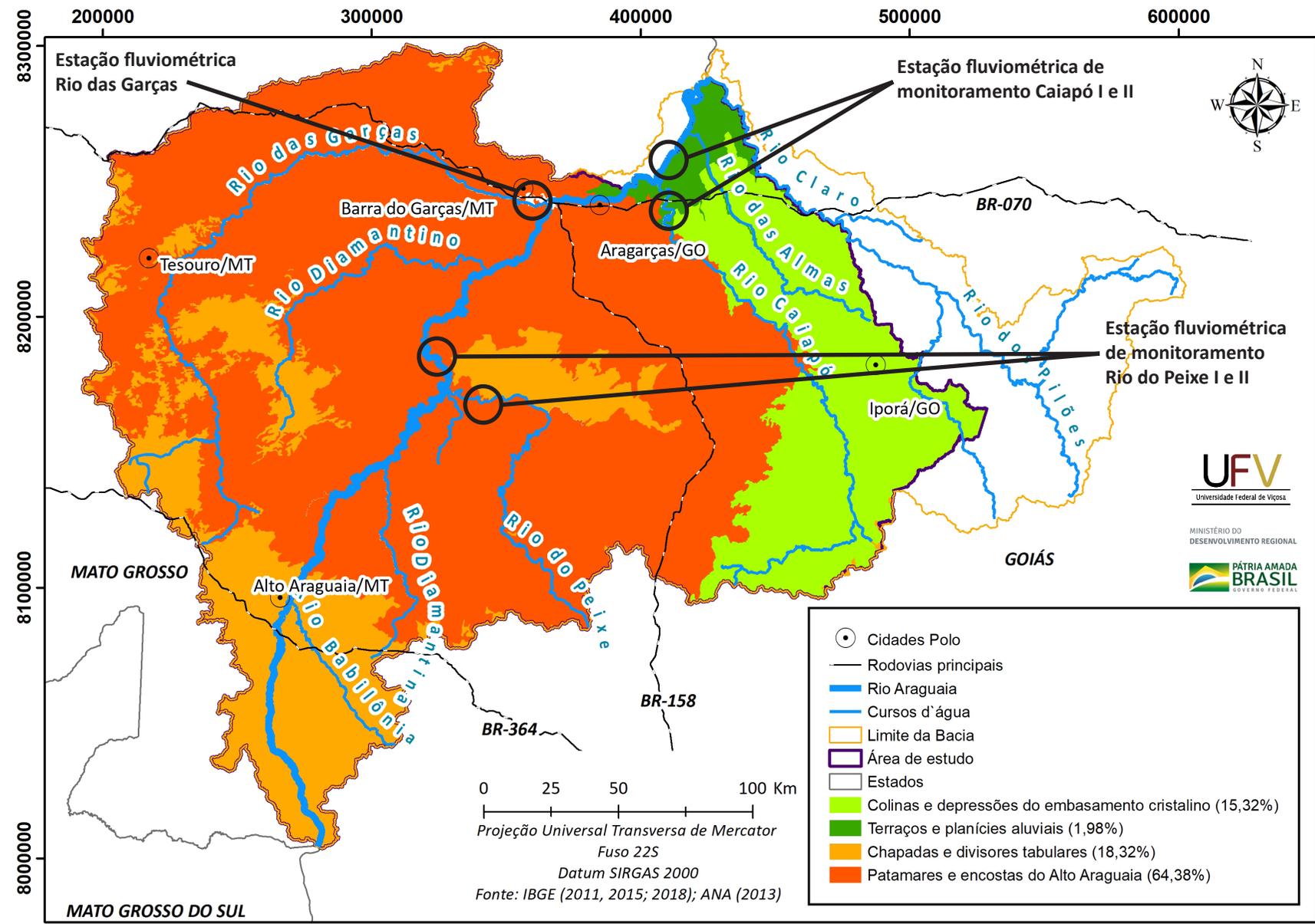


Figura 1 Estações fluviométricas e setores pedo-hidrológicos (adaptada de MDR-UFV, 2020).

litologias, estratigrafia, tipos de solo, texturas, estruturas, espessura, continuidade horizontal, geometria do corpo litológico/pedológico, pendente. Esse conjunto deve auxiliar no estudo de alternativas do desenho da execução do Programa com fins de promover maior eficiência/eficácia na recuperação de água e solo.

Devem ser levantados dados concernentes a mapeamentos existentes, cartas topográficas, mapas pedológicos, morfopedológicos, mapas de unidades geoambientais geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, perfis geotécnicos/pedológicos, históricos hidrológicos, sísmológicos, dados de vazão, de carga de fundo e carga em suspensão, geoquímica da água, relatórios anteriores, documentos de avaliação de impactos ambientais, etc.

Tais dados podem ter diversas origens: bibliográficas, informações de projetos semelhantes, interpretação de fotografias aéreas, dados satelitários, levantamento de campo por mapeamento expedito, investigações em pontos de maior relevância com métodos de baixo custo, assim como investigações por trados, trincheiras, geofísica, etc.

Fontes para sua aquisição são universidades (teses, dissertações, artigos, monografias),

institutos de pesquisas, órgãos governamentais, como, por exemplo, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações do Estado de Goiás (SMET), Agência Nacional das Águas (ANA), dados da antiga Metais de Goiás S/A (METAGO), ANM 6.º Distrito – Agência Nacional de Mineração, Universidade de Brasília (UnB), UFG /IESA/LA-PIG – Universidade Federal de Goiás, Embrapa Cerrados, Aneel, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Parque Nacional das Emas, dados gráficos da internet e dados empíricos relatados por moradores da região.

Devem ser obtidas informações a respeito de projetos executados na região ou em sistemas pedológicos semelhantes, como comportamento de erodibilidade, susceptibilidade erosiva, de histórico de precipitação, de uso de solo, de cheia/vazante, dados históricos de períodos secos/úmidos, históricos de erosões/deposições, sondagens, perfuração de poços, etc. A exemplo, o trabalho de Castro, et al, *Atlas Geoambiental* (2004), relativo ao diagnóstico dos condicionantes dos processos erosivos lineares da Alta Bacia do Rio Araguaia, do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins, desenvolvido em conjunto pela Embrapa Cerrados, a Aneel e a ANA.

Se necessárias, podem ser efetuadas investigações pedológicas, morfopedológicas, de vertentes, localizadas e específicas, tais como perfis pedológicos/geotécnicos transversais e longitudinais aos sistemas fluviais, cálculo de vazão, de sedimentos em suspensão (carga em suspensão) e de arrasto (carga de fundo), composição mineralógica, geoquímica dos sedimentos, porém em número reduzido. Podem-se realizar, por exemplo, trincheiras, furos, batimetria do canal, sondagem por trado mecânico em unidades morfopedológicas, em perfil previamente plotado na região, para determinação de característica litoestratigráfica/pedológica, transectos de geofísica para determinação da característica de fluxo de água subterrânea fora da planície, determinação do freático e do aquífero para melhor entender zonas de recarga, armazenamento e de surgência do recurso hídrico subterrâneo e desenvolvimento de processos erosivos por *piping*, etc.

Execução do mapeamento geológico/pedológico /geotécnico/hidrogeológico/hidrosedimentológico/morfosedimentar das principais redes hidrográficas mapeadas (morfometria de vertentes, calha, planície, dinâmica do talvegue, carga de fundo e suspensão, hidrogeoquímica entre outros).

O campo deve ser executado a partir da aferição dos dados coletados durante os estudos preliminares e da incorporação dos dados de poligonais delimitadas para implantação do Programa, como método de recuperação de erosões, de aumento da capacidade de infiltração, terraceamento e processos de plantio.

Essa etapa deve gerar uma base cartográfica com indicação de zonas de suscetibilidade erosiva, dominância dos processos de escoamento pluvial, recarga hídrica/surgência de água, dados de porosidade e permeabilidade, estrutura do agregado que compõe o saprolito, comportamento espacial dos corpos rochosos (atitudes e mergulho de camadas/xistosidades), direção de fluxo de água superficial e subsuperficial (possibilidade de instalação de *piping*) e respectivos modelos.

Os afloramentos de rocha devem receber atenção especial, com levantamento das atitudes das discontinuidades e suas descrições conforme as normas indicadas pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Sociedade Brasileira de Mecânica de Rochas.

O levantamento de atitudes deve ser em número suficiente para montagem dos estereogramas de distribuição, de maneira que se

possa formular um modelo geológico-estrutural para a região.

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica erosiva (área fonte de sedimento-perca de solo), hidrossedimentológica (área receptora de sedimento-perca de água), bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, vertentes, planícies de inundações e calhas fluviais.

As investigações de campo devem visar à caracterização da dinâmica da paisagem na região de implantação do projeto frente ao atual modelo de uso e ocupação e seu reflexo no sistema hidrologia/solo (dinâmica hídrica como agente modelador da superfície-processos erosivos) e consequente elaboração do modelo de unidades geoambientais local. Dados tais como aspectos físicos do solo (textura, estrutura, granulometria, porosidade, permeabilidade), relevo, rampa, cobertura vegetal, geologia, dinâmica hídrica do sistema vertente-canal-planície aluvial local entre outros.

Devem-se levantar dados quanto à natureza da pedologia, tais como a textura, estrutura, granulometria, mineralogia, pendentes regio-

nais e locais, dinâmica do freático, presença de formações superficiais, de maciços alterados e suas características.

Devem-se levantar também dados quanto ao grau de compactação (macro e microporos) do solo, espessura e as características de espaçamento (porosidade), persistência, abertura, rugosidade e alteração das paredes e preenchimento das discontinuidades identificadas. Também se devem anotar dados a respeito da água subterrânea (aquífero freático), incluindo a estimativa de valores de permeabilidade dos corpos saprolíticos, da dinâmica da oscilação do nível do freático para períodos de cheia/seca, áreas de recarga/surgência de água.

O detalhe das investigações pedológicas/geotécnicas a serem feitas está ligado à especificidade do Programa Juntos pelo Araguaia a ser implantado e à complexidade da natureza pedológica local. Exemplo: a implantação de intervenções com fins de recuperação de água e solo em região de ocorrência de formações pedológicas onde a variável solo com matriz arenosa a exemplo dos solos quartzarênicos, associadas à rocha matriz arenosa como os arenitos Botucatu, demandará extensa campanha para sua caracterização, i.e, qualquer alteração em uma das variáveis de estado

(solo, relevo, rampa, pendente, cobertura vegetal, uso de solo) pode desencadear intensos processos erosivos.

A execução de investigações pedológicas/geotécnicas deve complementar os dados levantados com base no mapeamento hidrogeológico/hidrossedimentológico e deve ser planejada de acordo com as necessidades do Programa na definição dos métodos mais adequados, tanto aos tipos de solo e ao sistema vertente-calha-planície-aluvial mapeados como à complexidade das ações do Juntos pelo Araguaia a serem implantadas.

#### COMO FAZER

Deve-se utilizar de campanhas de campo (perfis, trincheiras, geofísica, levantamento de elementos planares e lineares da litologia, amostragem, entre outras), aerofotointerpretação, imageamento por VANT, dados satelitários da área, mapas pedológicos, atlas geoambientais, mapas hidrográficos, hidrogeológicos, hidrossedimentológicos, morfossedimentares, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações hidrogeológicas/morfossedimentares eventualmente existentes, como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios e análises físico-químicas, etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer

outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- Definição e mapeamento de zonas de disciplinamento de águas pluviais de escoamento concentrado em superfície;
- Estabelecimento de métodos de implantação de terraceamento;
- Qualificação e quantificação de métodos de implantação de estruturas de potencialização da infiltração;
- Definição de zonas de controle de transporte de sedimento;
- Estabelecimento de zonas de controle de escoamento superficial e subterrâneo;
- Identificação de áreas de exploração mineral (fonte de matacões, blocos e brita) na região, a fim de servir para ações de correção de situações mais graves já instaladas (erosões).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA Nacional de Águas (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas**[online]. Disponível em :<<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/HidroWeb.asp>>.
- ALMEIDA, L. de et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de

Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás. 2006.

AMARAL FILHO, Z. Influência da Pedologia no Mapeamento Geológico do Triângulo Mineiro. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Relatório Interno. Goiânia, 1982.

AQUINO, S. (2002) **Regime hidrológico e comportamento morfohidráulico do rio Araguaia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2002.

ARRUDA, B. M. (2000). **Projeto Corredor Ecológico Bananal-Araguaia**. MMA/. IBAMA. Brasília.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim n. 4**, 3. ed. São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995..

BARBALHO, M. G. da S. (2002) **Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na Alta Bacia do rio Araguaia**

- (GO/MT). 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- BAYER, Maximiliano. **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do Rio Araguaia.** Tese (Doutorado) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- BAYER, M. (2002). **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia:** entre Barra do Garças e Cocalinho. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, Campinas. **A responsabilidade social da ciência do solo.** Campinas: SBPC, 1988. p. 79-90.
- BOULET, R. **Relatório de consultoria referente à primeira fase dos estudos realizados para a recuperação da voçoroca Chitolina, município de Mineiros.** p. 34, 2001.
- CARVALHO, M. T. (2006). **Transporte de carga sedimentar no Médio Rio Araguaia entre os Rios Crixás-Açú e Javaés.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. (2004) **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguinha:** condicionantes dos processos erosivos lineares. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás, 75 p.
- CASTRO, S. S.; BARBALHO, M. G. S.; MARI-NHO, G. V.; CAMPOS, A. B. SALOMÃO, F. X. T. VECHIATTO, A. Condicionantes hidro-lógicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT). In: E. G. Couto e J. F. Bueno (Ed.). **Os (Des) caminhos do uso da água na agricultura brasileira.** Cuiabá: Ed. UFMT/SBCS, 2004. p. 408-448.
- CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. GEOUSP, **Espaço e Tempo**, São Paulo, SP, n. 7, p. 27-37, 2000.
- Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal. GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria de Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.
- IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales:** las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.
- LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/METAGO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.
- LATRUBESSE, E. M. 2003. The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems. In: **3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology**, 193-212.

- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- NUNES, Elizon Dias. **Modelagem de Processos Erosivos Hídricos Lineares no Município de Mineiros – GO**. [manuscrito] 2015. CCXLII, 242 f.: il.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1988.
- OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no estado de Goiás**: distribuição, caracterização, hidrodinâmica, hidroquímica, composição isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.
- SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia**: Conceitos, Métodos e Prática. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.
- SECRETARIA de Transporte, SP, Diretoria de Engenharia. **Estudos geológicos**. São Paulo: Departamento de Estrada de Rodagem, 2006.
- TOGNON, A. A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia**. ABGE, 1985.
- VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).
- VALENTE, C. R. (2007) **Geotectonic, geologic evolution and regional geomorphology of the Araguaia river basin, Central Brazil**. Teses de Doutorado. CIAMB-UFG, 2007.
- VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia**. v.19, 1996.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do rio vermelho, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 6, 23 out. 2015.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the Rio Vermelho watershed, Goiás State, Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.

## ANEXO 17

### MANUAL DE DEFINIÇÃO DO ECOSISTEMA DE REFERÊNCIA

#### METODOLOGIA GERAL

##### Como definir um ecossistema de referência

O ecossistema de referência representa a meta ou estado final a ser alcançado por um projeto de recuperação realizado em uma determinada área degradada. Assim, quando se pretende revegetar, recompor ou restaurar um ecossistema, o proprietário da área, juntamente com o pessoal técnico, precisa definir um ponto onde se deseja alcançar ao final do processo de recuperação da área. Como a restauração pode seguir caminhos diferentes em função de mudanças naturais ou perturbações antrópicas que podem ocorrer ao longo do processo, o final a ser alcançado poderá variar, o que não implica insucesso. Reconhecer essa verdade e admitir que raramente se atinge o ecossistema idealizado é uma condição necessária para se obter sucesso no projeto. Isso não significa que qualquer resultado alcançado por um projeto de recuperação seja aceitável. Por essa razão, há necessidade de se estabelecer o ecossistema de referência que norteará as intervenções que deverão ser feitas ao longo do processo para que se atinja um ponto mais próximo do desejado, que, idealmente, deverá ser o mais

similar possível ao ecossistema pretérito que havia no local antes da degradação ocorrer.

A Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia está inserida integralmente dentro do Cerrado. Esse Bioma é constituído por um mosaico de tipos vegetacionais diferentes, que podem ir desde formações florestais até campestres, passando pelas savânicas. Essa classificação é feita com base no porte e na estrutura da vegetação. As fisionomias florestais são constituídas por árvores, geralmente em altas densidades, e por essa razão as copas de árvores vizinhas se tocam, formando uma cobertura contínua, que é chamada dossel. Essa cobertura contínua de folhas nas copas das árvores de diferentes alturas e diâmetros reduz a penetração de luz até o solo, de maneira que plantas exigentes de luz, tais como as gramíneas, geralmente, se tornam raras ou até mesmo ausentes. Por outro lado, nas formações savânicas, onde as árvores ficam espaçadas umas das outras de tal forma que não há a formação de dossel contínuo, a luz solar atinge o solo mais amplamente, favorecendo a ocorrência de gramíneas. Assim, as formações savânicas são constituídas por árvores espalhadas entremeadas por um estrato gramíneo denso. Já nas chamadas formações campestres, as árvores estão ausentes, e o estrato gramíneo é completamente dominante podendo haver

arbustos espalhados em diferentes densidades. Geralmente, onde há solos mais ricos, as plantas são maiores e tendem a ocorrer em maior densidade, resultando numa formação florestal. Por outro lado, se a ocorrência de fogo for frequente, as plantas lenhosas tendem a ser menores e ocorrem em menor densidade, tendendo para formações savânicas. Se o fogo for muito frequente ou houver outra característica restritiva, como água muito próxima à superfície do solo, a exclusão de árvores poderá ser completa, caracterizando-se as formações como campestres.

Em cada um desses três tipos de formações vegetais (florestais, savânicas e campestres) podem ser identificadas diferentes fitofisionomias em função de características ambientais – como tipo de solo, relevo, proximidade de corpos d'água – as quais, em última instância, determinam as espécies que podem ali ocorrer.

Aqui nesse Projeto Executivo, por uma questão de praticidade, usaremos a classificação de fitofisionomias, que foi proposta por Ribeiro & Walter (2008) e que parece ser mais pragmática, didática e fácil de se determinar com uso de uma chave dicotômica.

Para se restaurar ecologicamente uma determinada área, primeiramente será necessário defi-

nir qual o tipo vegetacional que havia no local antes da degradação, o que, eventualmente, poderá ser complicado em razão da variedade de formações vegetais existentes na propriedade onde a área será restaurada. Na região do Alto Rio Araguaia, inserida integralmente no mosaico vegetacional que caracteriza o bioma Cerrado, dependendo do grau de alteração observado no local, por exemplo uma área que recebeu agricultura mecanizada, nem sempre será fácil definir qual a formação pretérita que havia no local. Essa dificuldade poderá decorrer da ausência de elementos indicadores, especialmente árvores remanescentes da vegetação, ou pela variabilidade de formações remanescentes existentes ao redor da área que vai receber o projeto de recuperação. Dessa forma, a área a ser recuperada e as áreas de vegetação remanescentes em seu entorno deverão ser estudadas, e será preciso reconhecer os diferentes tipos fitofisionômicos presentes.

### **Como definir o tipo vegetacional a ser restaurado**

Primeiramente deverão ser identificadas as espécies vegetais relictuais no local degradado que se deseja recuperar, tanto arbóreas, quanto arbustivas e mesmo herbáceas. Essas espécies relictuais são importantes pistas para definição da fitofisionomia pretérita existente no local a

ser restaurado. Muitas espécies são características de certas fitofisionomias e completamente ausentes em outras. Assim, uma análise da lista de espécies relictuais orientará as possíveis fitofisionomias da área a ser recuperada

A definição do tipo vegetacional preexistente antes de a área ser degradada e, conseqüentemente, a definição e a escolha dos ecossistemas de referência poderão também lançar mão, quando disponíveis, de informações sobre a área a ser recuperada antes que a degradação ocorresse no local. Assim, se houver disponíveis informações tais como imagens de satélite, fotografias aéreas ou mesmo ao nível do solo (talvez mais comuns), é possível verificar se a área a ser recuperada fazia parte de um contínuo do qual ainda há fragmentos próximos preservados ou se a mesma se tratava de um tipo fitofisionômico específico inserido num mosaico de diferentes formações vegetais que compunham a matriz da paisagem na propriedade ou na região. Mapas antigos também podem ser úteis nesse sentido. Até descrições de como era o local feitas por pessoas ou moradores antigos que conheceram a área antes da degradação poderão ser consideradas. Embora sejam raros, levantamentos florísticos ou listas de espécies, caso a área ou áreas próximas já tenham sido estudadas cientificamente (chamados dados secundários), pode-

ão ser levados em consideração na delimitação da fitofisionomia a ser restaurada. Informações dessa natureza também poderão ser úteis para definição dos ecossistemas de referência que orientarão o projeto de restauração.

Considerando as dificuldades de se obter sempre raras informações mencionadas acima, na maioria dos casos, na prática, o ecossistema de referência deverá ser obtido estudando-se os diversos fragmentos de vegetação remanescentes ainda existentes nos arredores da área a ser recuperada. Caso esses fragmentos próximos não mais existam, será necessário estudar fragmentos que ocorrerem na região e que possuam vegetação similar àquela que havia na área a ser recuperada.

O ecossistema de referência para restauração ecológica deverá ser uma formação vegetal natural remanescente que esteja nas proximidades e tenha alguma similaridade florística e estrutural com a área degradada. O ecossistema de referência deverá pertencer à mesma fitofisionomia e, idealmente, ocorrer sobre o mesmo tipo de solo da área que se deseja restaurar. Para uma referência mais robusta, será melhor incluir mais de uma área remanescente contendo o mesmo tipo vegetacional daquele que havia na área a ser recuperada antes de ser degradada.

Ao se tomarem como referência numerosos remanescentes, amplia-se a lista de espécies e amplitudes de condições limitantes, aumentando as chances de acerto em relação às espécies que terão maior sucesso para se estabelecer, crescer, reproduzir e, finalmente, permanecer ao longo do tempo na área em que o projeto de recuperação está sendo implantado. É importante que se tenha em mente que o ideal do projeto seja não somente garantir a recobertura vegetal da área, mas recuperar funções ecológicas tais como polinização, dispersão de sementes e, principalmente, garantir, ao longo do tempo, o recrutamento de novos indivíduos das diferentes espécies que vão compor a área em recuperação e também vão garantir que a mesma se mantenha indefinidamente no local com todos seus processos funcionais restaurados.

### **Aproveitamento da Regeneração natural para restauração das áreas definidas como prioritárias**

O aproveitamento da regeneração natural é, geralmente, a alternativa mais viável, tanto tecnicamente quanto economicamente, para restaurar uma área degradada. Esse aproveitamento dependerá fortemente do nível de resiliência apresentado pela área. A resiliência deve ser entendida como o potencial de autorrecuperação observado na área. Normalmente, quanto mais

longas temporalmente e intensas foram as atividades agrícolas ou pastoris praticadas na área, menor a resiliência local observada. A autorrecuperação de uma área degradada qualquer dependerá: 1) da densidade do banco de sementes presentes no solo, especialmente de espécies nativas, que são aquelas que interessam para o projeto de restauração; 2) do número de rebrotas de indivíduos remanescentes da vegetação nativa, 3) do número de plântulas e jovens de espécies nativas presentes na área. O banco de sementes, número de rebrotas, plântulas e jovens presentes em conjunto definirão a magnitude da resiliência local. No entanto, a resiliência total de uma determinada área dependerá também da distância e da qualidade dos demais fragmentos de vegetação nativa que compõem o entorno, o que é conhecido como resiliência da paisagem. Quanto maior a distância da área a ser recuperada em relação a outras áreas melhor preservadas, que constituem fontes de novas sementes e abrigo para animais dispersores, menor a resiliência da paisagem. Por outro lado, se a área a ser recuperada estiver inserida numa matriz de paisagem com muitas áreas de vegetação naturais preservadas, repletas de animais dispersores de sementes, a mesma tenderá a apresentar maior resiliência e tanto mais fácil será a restauração ecológica da área degradada. A principal estratégia metodológica de recuperação da área

degradada, nesse caso, poderá ser conduzir ou potencializar a regeneração natural.

Dependendo do tipo e tempo de uso do solo, poderá haver maior ou menor possibilidade de aproveitamento da regeneração natural. Em áreas de pastagens extensivas, geralmente é possível o aproveitamento da regeneração natural para restauração, enquanto em áreas de agricultura tecnificadas verifica-se uma tendência geral de haver dificuldades de aproveitamento. O uso de defensivos químicos de combate às ervas daninhas também elimina as plantas úteis para restauração. O uso de arado para gradagem do solo remove as partes subterrâneas que poderiam regenerar e estimula a germinação das sementes de plantas nativas cujas plântulas são inevitavelmente combatidas e eliminadas juntamente com as ervas daninhas e provoca um empobrecimento do bando de sementes, que resulta em maior dificuldade de ocorrência de regeneração natural.

### **O QUE FAZER**

Definir o tipo vegetacional preexistente (antes de a área ser degradada) no local a ser restaurado.

#### **1) Produzir uma lista de espécies remanescentes.**

Primeiramente, deverão ser identificadas as espécies vegetais relictuais no local degrada-

do, tanto arbóreas quanto arbustivas e até herbáceas. Essas espécies relictuais são importantes pistas para definição da fitofisionomia pretérita existente no local a ser restaurado. Muitas espécies são características de certas fitofisionomias e completamente ausentes em outras. Assim, uma análise da lista de espécies relictuais orientará as possíveis fitofisionomias da área a ser recuperada.

## 2) Identificar os tipos de solos existentes no local a ser restaurado.

Os tipos de solos presentes são indicativos dos prováveis tipos de fitofisionomias presentes no local. Por exemplo, em uma área com solos do tipo nitossolo vermelho (terra roxa), ocorrem fitofisionomias florestais como matas decíduas ou semidecíduas, mas não Cerradão. A tabela abaixo, adaptada de Ribeiro e Walter (2008), mostra as diferentes classes de solos observadas no Cerrado e os tipos fitofisionômicos associados a cada classe de solo.

## 3) Colher informações adicionais que estiverem disponíveis, como:

- A. Imagens de satélite anteriores à degradação
- B. Fotografias aéreas ou ao nível do solo antes da degradação do local

- C. Relatos de pessoas que conheceram ou que habitam o local desde antes de a degradação ocorrer
- D. Consulta a mapas antigos

Devem-se coligir as informações obtidas sobre as espécies relictuais, tipos de solos e informações adicionais (caso houver), para definir o tipo fitofisionômico existente no local antes da degradação. A classificação e a descrição das fitofisionomias presentes em Ribeiro & Walter (2008) serão consideradas para essa definição.

É fundamental a correta definição do tipo fitofisionômico a ser restaurado, pois as espécies de plantas a serem utilizadas no programa de restauração serão definidas com base nessa informação. A tentativa de plantar espécies arbóreas numa área degradada cuja fitofisionomia pretérita tenha sido um campo úmido, por exemplo, mostrar-se-á totalmente inadequada.

### Definição do ecossistema de referência

Uma vez definido inequivocamente o tipo vegetacional preexistente na área a ser recuperada numa dada propriedade, deverão ser procurados na matriz da paisagem, ao redor da área a ser recuperada, fragmentos remanescentes ou áreas contínuas da mesma fitofisionomia

que existia no local a ser recuperado. Esses fragmentos deverão ser estudados e avaliados quanto à possibilidade de serem considerados como ecossistema de referência para o projeto de restauração a ser implantado. Idealmente, esses fragmentos escolhidos para referência deverão ocorrer sobre solos da mesma tipologia observada na área a ser restaurada e idealmente estar em condições fisiográficas similares. Aquelas áreas que puderem atender essas características deverão ter prioridade para escolha. Se, eventualmente, a área do projeto de recuperação incluir mais de uma fitofisionomia, por exemplo, uma área de transição entre mata galeria e cerrado sentido restrito, deverão ser utilizados como referência fragmentos de todos os tipos vegetacionais pretéritos existentes na área a ser restaurada. Imagens de satélite recentes serão úteis para localização dos possíveis fragmentos a serem utilizados.

Será conveniente que o ecossistema de referência inclua áreas em diferentes fases sucessionais, mais iniciais ou mais avançadas. Isso será especialmente importante para a recuperação de áreas florestais que, possivelmente, deverão ser a maioria das áreas a serem recuperadas pelo Programa. Dessa forma, será possível ter metas de restauração intermediárias factíveis de serem alcançadas quando o projeto de res-

**Tabela 1** Principais classes de solos no bioma Cerrado e sua correspondente vegetação natural. RIBEIRO & WALTER, 2008. (Adaptado)

Classe de solo	Vegetação natural correspondente
Latossolo Vermelho Amarelo	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/ Mata Ciliar/Mata de Galeria
Latossolo Vermelho	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/ Mata Seca
Neossolo Quartzarênico	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/ Cerrado Ralo
Argissolo Vermelho Amarelo	Cerrado Denso/Cerrado Típico
Neossolo Litólico	Campo Rupestre /Cerrado Rupestre
Argissolo Vermelho	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico/ Mata Seca
Plintossolo Háptico	Campo Sujo/Parque de Cerrado/Mata de Galeria/Mata Ciliar/Campo Limpo/Vereda/Palmeiral/ Cerrado Ralo
Cambissolo	Cerrado Típico/Cerrado Ralo/Cerrado Rupestre/Mata de Galeria
Plintossolo Pétrico	Parque de Cerrado/Campo Sujo/Campo Rupestre/Cerrado Ralo/Cerrado Rupestre
Gleissolo Háptico	Vereda/Palmeiral/Parque de Cerrado/Campo Limpo/Cerrado Ralo
Nitossolo Vermelho	Mata Seca
Latossolo Amarelo	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico
Gleissolo Melânico	Vereda/Palmeiral/Cerrado Ralo/Mata Galeria/Mata Ciliar
Chernossolo	Mata Seca decídua/Mata Seca Semidecídua
Planossolo	Campo Sujo Úmido/Campo Limpo Úmido
Neossolo Flúvico	Mata de Galeria Inundável/Mata de Galeria Não Inundável/Mata Ciliar/Vereda
Organossolo Mésico ou Háptico	Campo Limpo Úmido/Vereda/Palmeiral

tauração ocorrer em uma área muito degradada ou sob condições fisiográficas muito distintas. Nessa situação, fragmentos menos conservados representarão referências de estados alternativos ou intermediários de onde será possível tirar informações de quais espécies ou grupos de espécies terão maiores chances de se estabelecer ao longo do processo de restauração. Será muito difícil, talvez impossível ou sem sentido, fazer comparações com um ecossistema de referência representado somente por um grande fragmento florestal preservado ou mesmo por

uma área contínua que ainda mantenha sua estrutura e funções ecológicas preservadas, ainda que essa possa ser a meta final desejada no projeto de restauração implantado.

Tendo um ecossistema de referência mais amplo, será possível incluir maior número de espécies adequadas para superar as diferentes limitações impostas pelas condições ambientais e biológicas prevaletentes na área a ser recuperada. Será mais fácil definir quais espécies serão mais adequadas para serem plantadas em dife-

rentes microssítios definidos com base nas condições fisiográficas, nos tipos de solo observados em cada uma das áreas a serem recuperadas.

### Definição das espécies a serem utilizadas a partir do ecossistema de referência

As espécies presentes no ecossistema de referência são aquelas que conseguiram tolerar as condições e puderam superar os impactos dos distúrbios naturais e antrópicos ocorridos na região ao longo do tempo. Portanto, potencialmente, deverão ser capazes de tolerar as condições edafoclimáticas locais e superar distúrbios similares àqueles sofridos no ecossistema de referência que possam vir ocorrer na área que estará sendo restaurada.

Os fragmentos que serão utilizados como ecossistema de referência deverão ser inventariados floristicamente. Esse levantamento permitirá definir o conjunto de espécies que poderá ser utilizado no projeto de recuperação da área degradada. Também será possível definir, a partir das informações florísticas, possíveis intervenções em fragmentos de referência localizados nas proximidades da área a ser recuperada. Quando esses fragmentos de referência também estiverem muito degradados, como, por exemplo, um fragmento de floresta completamente dominado por embaúbas e/ou outras espécies ini-

ciais da sucessão, poderá ser adequado receber adensamento com espécies mais tardias.

## COMO FAZER

Definir o tipo vegetacional preexistente (antes de a área ser degradada) no local a ser restaurado.

### 1) Produzir uma lista de espécies remanescentes.

Para executar essa tarefa, será necessário realizar caminhadas por toda área a ser restaurada (ou que cubram homogênea a área degradada de interesse) e realizar coletas botânicas das árvores, arvoretas, arbustos e outras formas de vida que ainda estiverem presentes. As espécies deverão ser identificadas até nível específico. Não será necessário um levantamento extensivo, mas o suficiente para registrar espécies que permitam caracterizar a fitofisionomia que havia no local antes da degradação.

### 2) Identificar os tipos de solos existentes no local a ser restaurado.

Identificar, na área a ser restaurada, áreas de platôs, taludes e baixios. Fazer a caracterização dos solos nas diferentes unidades fisiográficas observadas na área. Poderão ser cavadas trincheiras para caracterização dos horizontes superficiais ou perfurações com trado para caracterização

dos diferentes horizontes superficiais caracterizando-os quanto à espessura, cor, textura, consistência e limites de transição entre horizontes, de maneira a permitir inferir qual a classe de solos presentes na área a ser recuperada.

### 3) Colher informações adicionais que estiverem disponíveis, como:

- A. imagens de satélite anteriores à degradação: pesquisar nos repositórios de imagens livres e Laboratórios de Georreferenciamento com EMBRAPA Territorial, LAPIG, INPE, etc.;
- B. fotografias aéreas ou ao nível do solo antes da degradação do local: pesquisa em repositórios e entrevista com proprietários e moradores das propriedades onde serão desenvolvidos os projetos de revegetação;
- C. relatos de pessoas que conheceram ou que habitam o local desde antes de a degradação ocorrer: estratégia adotada similar ao item anterior;
- D. consulta de mapas antigos: idem ao item anterior.

### Definição do ecossistema de referência

Imagens de satélite recentes serão úteis para auxiliar na localização e definição dos possíveis fragmentos a serem utilizados.

Idealmente, deverão ser escolhidos pelo menos três fragmentos representativos da fitofisionomia que deverá ser restaurada pertencentes a cada uma das condições fisiográficas (por exemplo, taludes e platôs e tipos de solos predominantes) observadas na área a ser recuperada. Quanto maior a variedade de áreas adequadas incluídas, melhor será a caracterização do ecossistema de referência. Essas áreas de referência também deverão representar estados sucessionais diferentes.

### Caracterização do ecossistema de referência quanto ao seu estado de conservação

Nos ecossistemas de referência, deverão ser registrados valores como:

- riqueza de espécies;
- número de estratos de vegetação observados;
- presença ou não de dossel contínuo, clareiras e árvores emergentes, no caso de formações florestais;
- presença ou não de gramíneas nativas ou exóticas no interior de fragmentos de formações florestais;
- presença ou não de espécies invasoras e lianas;
- possíveis agentes de perturbação (como presença de gado, deriva de defensivos químicos nas proximidades, etc.);

- distância de outros fragmentos de mesmo tipo vegetacional.

Considerando-se esses parâmetros em conjunto, visualmente, os fragmentos deverão ser classificados em três estados de conservação: 1) conservado; 2) pouco alterado; até 3) muito alterado ou degradado. As áreas a serem recuperadas também deverão ser classificadas quanto ao grau de degradação, de maneira que seja possível confrontá-las como os ecossistemas de referência em diferentes estágios. Por meio dessas comparações, quando necessário, será possível promover ações de recondução na trajetória de restauração implantada.

Outros atributos estruturais e funcionais observados nos ecossistemas de referência que poderão ser usados para planejar ações de restauração e reorientação de trajetória:

### 1) Altura e cobertura do dossel:

A altura pode ser medida diretamente com réguas telescópicas, clinômetros ou estimada visualmente. A cobertura pode ser estimada em porcentagem, por meio da projeção das copas sobre o solo.

### 2) Densidade de indivíduos em diferentes classes de diâmetro:

Para esse atributo, será necessário definir parcelas de amostragem dentro do ecossistema de referência e fazer a medição de tamanho diamétrico de todos os indivíduos presentes e, por fim, determinar a densidade de indivíduos pertencentes às diferentes classes diamétricas.

### 3) Área basal e biomassa:

Os dados obtidos no item 2 poderão ser utilizados para realizar estimativas de área basal e biomassa.

### 4) Padrão temporal de oferta de recursos para fauna ao longo do ano:

Esse parâmetro de funcionamento indicará se o ecossistema de referência apresenta padrão sazonal ou contínuo de oferta de recursos tais como pólen, frutos e sementes para a fauna polinizadora e frugívora. Os fragmentos em estados mais conservados deverão oferecer recursos de forma mais contínua ao longo do ano.

### 5) Acúmulo de serapilheira:

Estimar a quantidade de serapilheira acumulada delimitando aleatoriamente parcelas de 50 x 50 cm e recolhendo o folheto acumulado.

Esses parâmetros observados e acompanhados no ecossistema de referência também deverão ser estimados e comparados com aqueles ob-

servados na área de implantação do Programa ao longo da trajetória de restauração.

Dessa forma, diferentes áreas degradadas, pertencentes à mesma fitofisionomia predegradação poderão ter estratégias de restauração distintas de acordo com a sua posição fisiográfica, fase sucessional, distância ou com o grau de isolamento em relação às áreas mais preservadas que são possíveis fontes de pólen, sementes; e até animais que, futuramente, ocuparão a área em recuperação permitirão atingir o objetivo final, que será obter um ecossistema restaurado em estrutura e função tão mais próximo quanto possível de áreas grandes e conservadas.

### Definição das espécies a serem utilizadas a partir do ecossistema de referência

#### Inventários florísticos

A metodologia para inventário adotada nesse projeto deverá ser simples e rápida, de modo a permitir que número suficiente de fragmentos de vegetação referência sejam inventariados. Ratter et al (2000), estudando diferentes áreas no Cerrado, realizaram amostragens rápidas usando método de varredura. Esse método consiste em registrar todas as novas ocorrências de espécies de plantas arbustivas ou arbóreas encontradas durante caminhadas pela área estudada com duração de 15 minutos para a elabo-

ração de uma curva espécie /tempo. A correta aplicação desse método dependerá da participação de pessoas com larga experiência de reconhecimento de plantas no campo. Se no momento da varredura forem encontradas espécies desconhecidas ou de identificação duvidosa, deverão ser coletadas amostras para posterior identificação em herbário. O tempo gasto para coletar espécimes desconhecidos deve ser descontado de tal forma a manter o intervalo temporal amostral constante. Segundo Brancalion et al (2015), o fragmento será considerado suficientemente bem amostrado quando o número de novos registros de ocorrência de espécies (ou seja de espécies acrescentadas à lista florística daquele fragmento) for, durante dois intervalos de tempo consecutivos, inferior a três espécies.

A partir desse levantamento, deve-se produzir uma lista de espécies. Essas espécies deverão ser caracterizadas quanto ao estágio de sucessão ocupado, tipo de polinização, tipo de dispersão e informações quanto à tolerância ou não ao fogo, e outras possíveis informações fisiológicas e ecológicas, como germinação e estabelecimento. Dessa maneira, tendo a lista florística e o conhecimento sobre as diferentes espécies a serem utilizadas, será possível definir espécies adequadas para diferentes situações encontradas na área.

Para verificar a viabilidade de aproveitamento da Regeneração Natural, serão necessárias as ações a seguir.

- 1) Investigar junto ao proprietário ou responsável pela propriedade como é o histórico de uso da área degradada e as diferentes formas de manejo adotadas ao longo do tempo. Isso dará pistas sobre a existência ou não de banco de sementes ou se, por exemplo, a ausência de regenerantes observada na área decorre de uma roçada recente ou outra razão.
- 2) Identificar os possíveis fatores que possam estar impedindo a regeneração natural e tentar, se possível, controlar ou eliminar.
- 3) Avaliar a conectividade da paisagem e possível limitação de dispersão em função da distância de fontes de sementes, pólen e ausência de animais.
- 4) Avaliar a presença ou não de animais (aves, mamíferos e insetos) dispersores de sementes e polinizadores.
- 5) Avaliar a qualidade dos microssítios de regeneração refletidos pela presença de gramíneas exóticas tais como braquiária, capim-colômbio, capim-gordura, etc. e espécies arbóreas exóticas invasoras ou com potencial alelopático.
- 6) Avaliar a quantidade de formigueiros que podem potencialmente provocar problemas.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Determinar a fitofisionomia que deverá ser restaurada em cada uma das áreas degradadas a serem recuperadas.
- Definir os fragmentos que servirão de ecossistema de referência para cada área degradada a ser recuperada.
- Caracterizar os parâmetros estruturais e florísticos nos fragmentos que compõem o ecossistema de referência para nortear o planejamento e ações que deverão ser executadas em cada área a ser restaurada.
- Determinar as reais possibilidades de aproveitamento de regeneração natural em cada uma das áreas a serem restauradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- RATTER, J.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B.; SILVA, M.R. Distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido estrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezequias Paulo Heringer**, (5):5-43, 2000.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.(Eds). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa, 2008.

## ANEXO 18 CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

### METODOLOGIA GERAL

Em áreas inseridas em cenários caracterizados com alto e baixo potencial de infiltração, poderão ser implantadas ações de conservação do solo e da água visando à implementação de bacias de infiltração de água de chuva, contenção de sedimentos e terraceamento de áreas degradadas.

### O QUE FAZER

Terraço é um conjunto formado pela combinação de um canal (valeta) com um camalhão (monte de terra ou dique), construído a intervalos dimensionados, no sentido transversal ao declive, ou seja, feitos em nível ou em gradiente, cortando o declive. É uma estrutura mecânica, cuja construção envolve a movimentação de terra, através de cortes e aterros. Permite a contenção de enxurradas, forçando a absorção da água da chuva pelo solo, ou a drenagem lenta e segura do excesso de água (Figura 1).

Sabe-se que, quanto maior o comprimento de rampa (da encosta), maiores são a velocidade e o volume da enxurrada, e maior a sua energia capaz de arrastar o solo, promovendo a erosão. Com base nesse raciocínio, o princípio



**Figura 1** Terraços retendo enxurrada a intervalos regulares ao longo do declive. Fonte: Pires & Souza, 2006.

de funcionamento do terraço fundamenta-se no parcelamento do declive, isto é, na divisão de uma rampa comprida (mais sujeita à erosão) em várias rampas menores, mais curtas (menos sujeitas à erosão). Cada terraço protege a faixa que está logo abaixo dele ao receber as águas da faixa que está acima. A função do terraço, portanto, é reduzir a concentração e a velocidade da enxurrada, dando à água maior tempo para infiltração e limitando a sua capacidade de causar erosão. O terraço pode reduzir a perda de solo em até 70-80% e a de água em até 100%, uma vez que o terraceamento é uma das práticas mais eficientes no controle da erosão, desde que seja criteriosamente planejado, executado e conservado (Figura 2).



**Figura 2** Vista aérea de terraceamento adequadamente planejado, construído e conservado protegendo a gleba contra a erosão. Fonte: Pires & Souza 2006.

Quando um terraço é mal construído, poderá ocasionar muito mais danos do que benefícios. Isso se dá pelo fato de que, quando um terraço se rompe, a água nele armazenada em grande volume terá maior capacidade de

provocar sulcos de erosão e até voçorocas, podendo levar à inutilização da área.

O terraço deve ser construído onde outras práticas mais simples não sejam suficientes para o controle adequado da erosão, tendo em vista o seu alto custo. Por outro lado, é mais eficiente quando utilizado em combinação com outras práticas, tais como o ajustamento das glebas à sua capacidade de uso, o plantio em contorno, a cobertura morta e as culturas em faixas, entre outras. O terraceamento está diretamente ligado aos seguintes fatores: tipo de solo, declividade do terreno e quantidade de chuvas.

Nem todos os tipos de solos e declives podem ser terraceados com êxito. Em solos pedregosos ou rasos, com subsolo adensado, é dispendioso e difícil manter um sistema de terraceamento. O tipo de solo também determinará, em função de sua permeabilidade, o tipo de terraço que poderá ser construído (o que será visto mais adiante). A eficiência dos terraços diminui, e as dificuldades de construção e manutenção aumentam à medida que aumenta o declive. As informações sobre intensidade e duração das chuvas serão fundamentais para o dimensionamento do terraço, possibilitando o cálculo de sua capacidade, sem o risco de

rompimento. Os terraços podem ser classificados quanto à função que exercem, à largura da base ou faixa de terra movimentada, ao processo de construção, à forma do perfil do terreno e ao alinhamento.

## CLASSIFICAÇÃO DE TERRAÇOS QUANTO À FUNÇÃO

**1. TERRAÇOS EM NÍVEL (DE RETENÇÃO, ABSORÇÃO OU DE INFILTRAÇÃO):** são construídos em nível (sobre uma curva em nível marcada no terreno) e têm suas extremidades fechadas. Sua função é armazenar a enxurrada por eles interceptada, para que ela infiltre lentamente no perfil do solo. São recomendados para terrenos com boa permeabilidade no perfil do solo, em regiões de precipitações baixas e com até 12% de declividade. Situações diferentes serão objeto de estudo criterioso.

**2. TERRAÇOS COM GRADIENTE, EM DESNÍVEL, COM DECLIVE OU DE ESCOAMENTO:** são aqueles que apresentam declive suave, constante ou variável (progressivo), com uma ou as duas extremidades abertas. Sua função é acumular o excedente de água e conduzi-la para fora da área protegida, até um canal escoadouro, sem que haja erosão no leito do canal. São recomendados para terrenos de permeabilidade baixa ou moderada (solos

que apresentam B textural – pouco permeáveis no horizonte B – e solos rasos como os Neossolos Flúvicos e Cambissolos Háplicos). São recomendados para regiões de precipitações elevadas e com até 20% de declividade. Os terraços em nível ou com gradiente apresentam vantagens e desvantagens, como indica a Tabela 1.

A decisão de quando se utilizar terraço em nível e quando utilizar terraço com gradiente, além das vantagens e desvantagens que apresentam, dependerá: da permeabilidade do solo e do subsolo; da intensidade das chuvas; e da necessidade de se conservar/aumentar a umidade do solo. Esse último fator deverá ser considerado para regiões onde a disponibilidade de água é pouca, sendo indicado o emprego de terraço de infiltração para reter a água na área de interesse, dentro da propriedade. Com essas práticas, consegue-se manter os lençóis subterrâneos, reduzindo os problemas de falta d'água.

**Tabela 1** Vantagens e desvantagens dos terraços em nível e com gradiente

Terraço	Vantagem	Desvantagem
Nível	Infiltração	<12%
Gradiente	>12	Escoamento

### 3. QUANTO À LARGURA DA BASE OU FAIXA DE TERRA MOVIMENTADA:

A largura, ou base, de um terraço corresponde à área de movimentação de terra, incluindo canal e camalhão. Quanto à largura, podem ser classificados em:

**3.1. TERRAÇO DE BASE ESTREITA:** apresenta uma faixa de movimentação de terra ou largura da base de 2 a 3 m (Figura 3). É recomendado para locais em que não seja possível construir terraços de base média ou larga. Normalmente é indicado para área de 12 a 18% de declividade – esta indicação não impossibilita sua construção em área com declives maiores.

Nesse tipo de terraço, não se pode cultivar no canal nem sobre o camalhão. É também chamado de cordão de contorno e indicado para culturas perenes. Pode ser construído utilizando-se equipamentos manuais e de tração mecânica ou animal. Geralmente são construídos em gradiente. Algumas situações peculiares podem alterar essa recomendação.



Figura 3 Terraço de base estreita.

**3.2. TERRAÇO DE BASE MÉDIA:** a faixa de terra movimentada no terraço de base média varia de 3 a 6 m (Figura 4). Ele é indicado para áreas com declives de 8 a 12% e pode ser construído tanto com arado de arraste quanto com levante hidráulico.

O camalhão desse tipo de terraço pode ser cultivado; com isso, sua construção resulta em uma perda de 2,5 a 3,5% do total da área cultivada pois o canal não deve ser cultivado. Exige manutenção periódica, preferencialmente após cada safra, para que sejam feitos a limpeza do canal, a reconstrução e o reerguimento do dique.

**3.3. TERRAÇO DE BASE LARGA:** possui uma base de 6 a 12 m (Figura 5), recomendado para áreas com relevo suave, ondulado a ondulado e declividade de até 12%, preferencialmente de 6 a 8%. Em solos de boa permeabilidade, pode ser utilizado em terrenos com declividade de até 20%. Possibilita a utilização

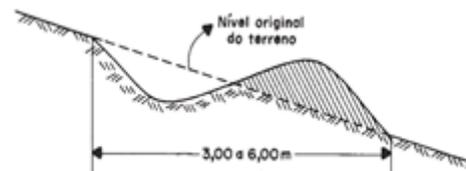


Figura 4 Terraço de base média.

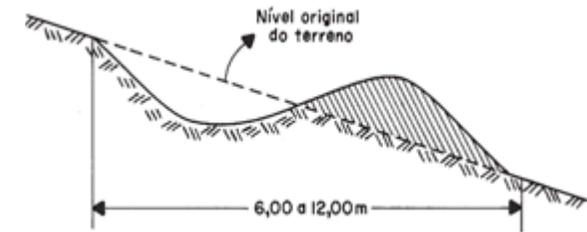


Figura 5 Terraço de base larga.

de máquinas no plantio, mesmo dentro do canal e sobre o camalhão, o que permite fazer, na própria operação de preparo do solo, a sua manutenção.

Essas características compensam seu alto custo de construção. Normalmente é construído em nível. Algumas situações peculiares podem alterar essa recomendação.

**3.4. QUANTO AO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO:** podem ser classificados como do tipo Nichol's e do tipo Mangum.

- **DO TIPO NICHOL'S OU CANAL:** a terra é cortada e tombada sempre de cima para baixo, formando um canal relativamente profundo e de forma mais ou menos triangular (Figura 6). Deve-se utilizar o arado reversível para sua construção. A principal desvantagem desse tipo de terraço é que a faixa em que é construído o canal não pode ser aproveitada para o cul-

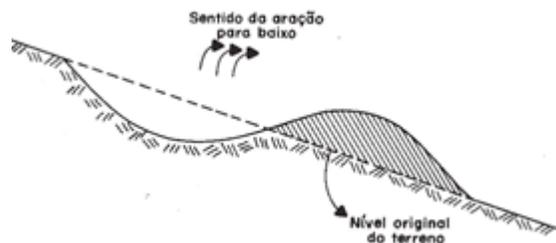


Figura 6 Terraço do tipo Nichol's.

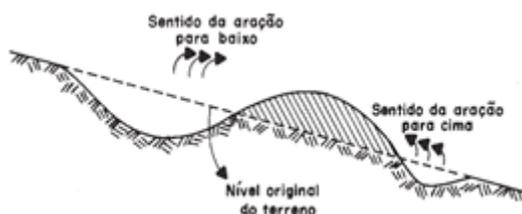


Figura 7 Terraço do tipo Mangum.

tivo. É indicado para declives inferiores a 18%. Situações peculiares podem alterar essa recomendação.

- **DO TIPO MANGUM OU CAMALHÃO:** corta-se a terra, dos dois lados, tombando-a para o centro, de modo a formar um camalhão entre dois canais (Figura 7). Este terraço apresenta canal mais largo e raso e uma maior capacidade de armazenamento que o terraço do tipo Nichols. A capacidade de armazenamento desse terraço é determinada predominantemente pelo camalhão, pois a profundidade do corte do terreno corresponde à profundidade normal de ara-

ção. É construído normalmente com arado fixo, mas o reversível pode ser utilizado.

Recomendado para áreas com declividades até 8 ou 12%. Em declividades maiores, o implemento joga a terra para cima, e ela volta, não realizando o tombamento perfeito, especialmente se o solo for arenoso e estiver seco.

#### 4. QUANTO À FORMA DO PERFIL DO TERRENO:

**4.1. TERRAÇO COMUM:** é a combinação de um canal com um camalhão construído em nível ou com gradiente, cuja função é interceptar a enxurrada, forçando sua absorção pelo solo ou a retirada do excesso de água de maneira mais lenta, sem provocar erosão (Figura 8). Cada terraço protege a área de terra abaixo dele.



Figura 8 Terraço comum.

Pode ser construído com arados terraceadores, arados de discos, arados de aivecas, lâmina frontal ou mesmo com motoniveladora. Em pequenas propriedades, pode ser construído com implementos puxados a tração animal ou com ferramentas manuais. A declividade máxima recomendada para sua construção é de 20%. É o tipo de terraço mais usado. Deve ser combinado com práticas vegetativas e sistemas de manejo que proporcionem proteção superficial, amenizando o impacto das gotas da chuva.

**4.2. TERRAÇOS DO TIPO PATAMAR:** são construídos por meio da movimentação de terra com cortes e aterros, que resultam em patamares em forma de escada (Figura 9). A plataforma do patamar deve apresentar pequena inclinação em direção ao seu interior e um pequeno dique, a fim de evitar o escoamento da água de um terraço para outro, o que poderia provocar erosão no talude. No patamar deve ser plantada a cultura, e o talude deve ser recoberto com vegetação rasteira (grama, por exemplo), desde que não seja invasora, para manter a sua estabilidade.

Em solos pouco permeáveis, esse tipo de prática não é indicado. Tendo em vista a sistematização que é feita na área, esse tipo de terraço,



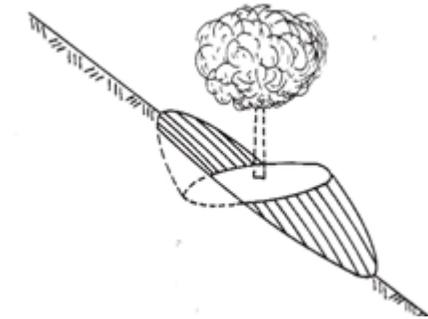
**Figura 9** Seção transversal típica do terraço do tipo patamar (A) e sua aplicação em vinhedo, com taludes protegidos com vegetação (B). Fonte da foto B: Disponível em: <<http://photo-gallery.nrcs.usda.gov/>>.

além de controlar a erosão, facilita as operações agrícolas. É construído manualmente ou com trator de esteira equipado com lâmina frontal. Em virtude de seu alto custo de construção, é normalmente recomendado, em razão da viabilidade econômica, para exploração de culturas de alta rentabilidade econômica.

Pode ser contínuo (semelhante a terraços) ou descontínuo (banquetas individuais). É indicado para terrenos acima de 20% de declividade.

**4.3. TERRAÇOS DO TIPO BANQUETAS INDIVIDUAIS:** Quando o terreno apresenta obstáculos tais como pedras ou afloramento de rochas ou quando existe deficiência de máquinas ou implementos para construção do terraço do tipo patamar, pode ser utilizada uma variação desse tipo de terraço, chamada de banquetas individuais ou patamar descontínuo (Figura 10). São bancos construídos individualmente para cada planta, onde a movimentação de terra se dá apenas no local onde se vai cultivar. São indicados para culturas perenes, tais como café, árvores frutíferas, etc. As ferramentas empregadas são manuais, tais como enxada e enxada, porque eles são construídos em áreas com declividade bastante acentuada, sendo impraticável o uso de máquinas. Inicialmente, retira-se toda a camada superior mais fértil, que é amontoada ao lado da área onde vai ser construída a banquetta. Em seguida, faz-se o corte no barranco e aproveita-se a terra retirada no corte para fazer o aterro.

Da mesma forma que o patamar, acerta-se a superfície da plataforma com ligeira declividade no sentido inverso ao da declividade original



**Figura 10** Terraço do tipo banquetta individual.

do terreno. Vegeta-se com gramas a parte de aterro para melhor estabilidade e, finalmente, espalha-se a terra raspada da superfície, a fim de conservar a fertilidade da banquetta.

**4.4. TERRAÇOS DO TIPO MURUNDUM:** é o termo utilizado para terraços construídos raspando-se o horizonte superficial do solo (horizonte A), por meio de tratores que possuem lâmina frontal, e amontoando a terra para formar um camalhão de avantajadas proporções (pode chegar a mais de 2 m) (Figura 11). Normalmente esse tipo de terraço, praticado em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, não segue um dimensionamento adequado. Visando facilitar o trânsito de máquinas e caminhões na área agrícola, a distância entre eles é maior do que a recomendada para os terraços comuns. De forma errada, tenta-se compensar essa medida aumentando a dimensão do camalhão

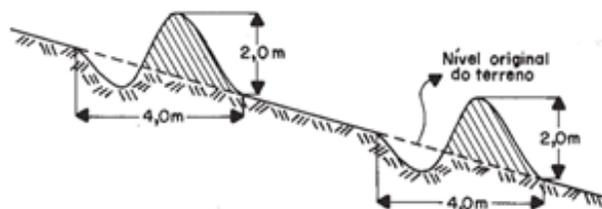


Figura 11 Terraço do tipo murundum.

para segurar maior volume de água. Uma limitação apresentada por esse tipo de terraço é que a remoção da camada mais fértil do solo prejudica o desenvolvimento das plantas na área que foi raspada. Além disso, por requerer grande movimentação de terra, seu custo de construção é elevado. Pelo fato de ser locado com distâncias maiores, apresenta erosão acentuada e está sujeito a rompimento.

**4.5. TERRAÇO DO TIPO EMBUTIDO:** é mais difundido em áreas de cana-de-açúcar, e sua forma assemelha-se à dos murunduns. É construído de modo que o canal tenha forma triangular, ficando o talude que separa o canal do camalhão praticamente na vertical (Figura 12). Visto de cima, assemelha-se a uma veneziana deitada. Apresenta pequena área inutilizada para o plantio, sendo construído normalmente com motoniveladora ou trator de lâmina frontal.

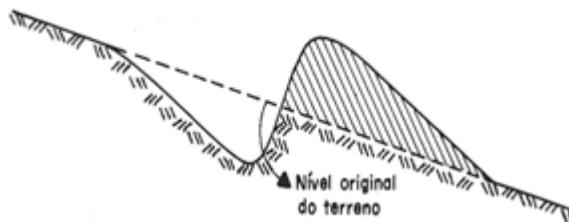


Figura 12 Terraço do tipo embutido.

## 5. QUANTO AO ALINHAMENTO

**5.1. TERRAÇOS NÃO PARALELOS:** são os mais comuns, pois são aqueles locados sobre as linhas niveladas básicas. Devido às irregularidades na declividade do terreno, não são paralelos. A distância ou o espaçamento entre os terraços é variável ao longo da área terraceada. O paralelismo só ocorre no caso de a área não apresentar irregularidades em sua declividade.

**5.2. TERRAÇOS PARALELOS:** são construídos com espaçamento constante ao longo de toda sua extensão. Para sua implantação, é necessário um planejamento minucioso, baseando-se fundamentalmente no levantamento planialtimétrico da área, e a realização de cortes e aterros. Assim, quando os terraços forem locados, esses ficarão paralelos. A grande vantagem desse tipo de terraço é que ele reduz o número de linhas mortas e curvas muito estreitas, economiza tempo no preparo, cultivo e colheita e, ainda, diminui os prejuízos relativos à destruição de plantas devi-

do à manobra de máquinas. Entretanto, o custo de implantação é bastante elevado.

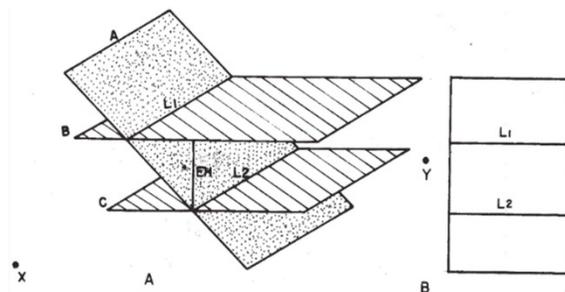
## COMO FAZER

### Levantamentos preliminares para construção de terraços:

Devem-se realizar amostragens de solos para determinação da textura, da permeabilidade e da presença de camadas compactadas no solo, seguindo-se estes passos:

- Utilize um trado ou mesmo enxadão para retirada das amostras de solo. Envie a um laboratório de análise de solos, para análise física.
- Devem-se analisar barrancos na beira de estradas que expõem o solo até a profundidade de três, quatro metros ou mais. Observe, espetando a ponta de uma faca pontiaguda na parede do barranco, se há camadas mais duras, com dificuldade de penetração da faca, desde a superfície do solo até a base do barranco. Outra possibilidade é abrir trincheiras (grandes buracos) dentro da área para se fazer a observação descrita anteriormente.
- Meça a declividade do terreno.
- Obtenha informações a respeito da quantidade de chuva que normalmente ocorre na região; os técnicos da extensão rural podem ajudar.
- Determine a cultura que será explorada na área a ser terraceada.

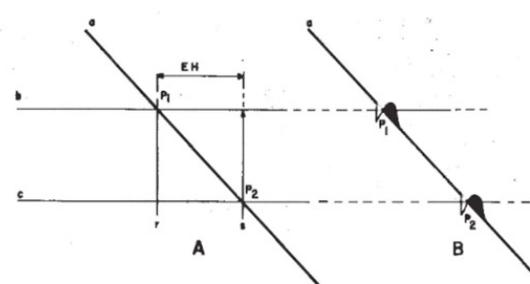
**Espaçamento entre terraços:** há duas maneiras, espaçamento vertical ou espaçamento horizontal. O espaçamento vertical (EV) entre dois terraços corresponde à diferença de nível entre eles. Se se considerar que o terraço pode ser construído ao longo de uma curva de nível e que essa corresponde à linha de interseção de um plano inclinado cortado por um plano horizontal, pode-se definir o espaçamento vertical entre dois terraços como sendo a distância entre dois planos horizontais que passam por eles (Figura 13A). Esse conceito é muito útil na locação de terraço com nível topográfico. A Figura 13B representa a vista do ponto Y. O Espaçamento Horizontal (EH) representa, em linha reta (medido na horizontal), os metros que separam os terraços. Pode ser também definido como a distância entre dois verticais que passam por dois terraços (Figura



**Figura 13** As linhas  $L_1$  e  $L_2$  correspondem às interseções de dois planos horizontais B e C com o plano inclinado (A). Projeção vista do ponto Y, mostrando as linhas  $L_1$  e  $L_2$  (B).

14A). Na Figura 13A, a partir do ponto X, sua representação estaria como apresentada na Figura 14A, onde as linhas “a”, “b” e “c” representam os planos A, B e C e os pontos P1 e P2 representam as linhas de interseção L1 e L2, do plano A cortado pelos planos B e C (Figura 13A), ao longo das quais os terraços podem ser construídos. Fazendo dois planos verticais representados pelas linhas “r” e “s” passarem pelos terraços P1 e P2, respectivamente, a distância entre eles corresponde ao espaçamento horizontal (EH) entre os terraços P1 e P2. A Figura 14B representa as seções transversais dos terraços P1 e P2, construídos ao longo das linhas L1 e L2.

O espaçamento real, ao longo da superfície do terreno, é diferente do espaçamento horizontal como anteriormente definido. Ele pode ser



**Figura 14** Vista frontal da Figura 12, do ponto X (A). Seções transversais dos terraços P1 e P2, construídos ao longo das linhas  $L_1$  e  $L_2$ , respectivamente (B).

calculado; mas, na prática, estica-se horizontalmente uma trena e marca-se a posição do ponto por onde o terraço deverá passar. Quando a marcação é feita com nível topográfico, usando o espaçamento horizontal, esse fica automaticamente marcado.

### FATORES QUE AFETAM O ESPAÇAMENTO ENTRE TERRAÇOS:

o espaçamento entre dois terraços deve ser tal que a enxurrada que escorre entre eles não alcance velocidade erosiva. Quanto maior a distância entre os terraços, menor o custo de construção por unidade de área; porém, esse espaçamento máximo tem o limite da eficiência prática. Cada um deles deve ter capacidade suficiente para receber a enxurrada que escorreu na faixa limitada pelo que foi construído na parte superior e conduzi-la ou absorvê-la, conforme o caso, isto é, se o terraço é de escoamento ou de infiltração. Os principais fatores que afetam a distância entre terraços são: clima, solo, declividade, tipo de cultura e tipo de terraço:

- **Clima:** Devem ser consideradas a intensidade, a energia e a frequência das chuvas.
- **Intensidade:** Pode-se considerar que enxurrada é igual à quantidade de chuva caída subtraída da quantidade dessa chuva que infiltrou. Assim, para uma certa capacidade de infiltração, quanto mais intensa for a

chuva, maiores serão o volume e a velocidade da enxurrada e, conseqüentemente, maior a sua energia cinética (força capaz de desprender as partículas do solo e arrastá-las). Em regiões sujeitas a chuvas de alta intensidade, deve-se diminuir a distância entre terraços para reduzir a velocidade e, conseqüentemente, a energia cinética da enxurrada. Se a chuva for de baixa intensidade, grande parte dela se infiltra no solo, reduzindo o volume da enxurrada. Se a capacidade de infiltração do solo for igual ou maior que a intensidade da chuva, não haverá enxurrada.

- **Energia:** A gota de chuva, ao cair, adquire energia, que está relacionada com o seu tamanho e a velocidade de queda. Quanto maior a energia da chuva, maior a sua capacidade de desagregar o solo, arrastar suas partículas e causar erosão.
- **Frequência:** A infiltração de água no solo é mais rápida e maior quando ele está seco, mas ela tende a se reduzir com o decorrer da chuva. Chuvas frequentes caindo em solo úmido, próximo à saturação e com sua capacidade de infiltração já reduzida, acarretarão maiores volumes de enxurradas e, conseqüentemente, maiores riscos de erosão. Em regiões onde ocorrem chuvas frequentes e de alta intensidade na época de

plântio, quando o solo está desagregado e desprotegido contra o choque das gotas de chuvas e do movimento de enxurrada, a erosão torna-se extremamente severa. Nessas condições, torna-se imprescindível reduzir a distância entre os terraços, para diminuir o volume, a velocidade e a energia da enxurrada e, conseqüentemente, a sua capacidade de transportar o solo.

- **Declividade:** A declividade representa a inclinação do terreno e pode ser expressa em graus ou porcentagem. Para fins conservacionistas, é conveniente expressá-la em termos de porcentagem. Em muitos casos, é a declividade do terreno o principal condicionador de sua capacidade de uso. A declividade do terreno é de grande importância para a exploração agrícola porque afeta:
  - o uso de máquinas;
  - a velocidade da enxurrada;
  - a infiltração de água no solo;
  - a disponibilidade de água no solo;
  - a energia da enxurrada.

Ayres (1936), por meio de resultados experimentais, mostrou que:

- 1) quadruplicando a declividade do terreno, a velocidade da enxurrada que escorre sobre ela é quase dobrada;

- 2) duplicando a velocidade da enxurrada, a sua capacidade erosiva é aumentada cerca de quatro vezes;
- 3) duplicando a velocidade da enxurrada, a quantidade de material de determinado tamanho que ela é capaz de transportar é aumentada cerca de 32 vezes.
- 4) duplicando a velocidade da enxurrada, o tamanho das partículas que podem ser transportadas por ela é aumentado cerca de 64 vezes.

Esses resultados permitem concluir que as distâncias entre terraços devem ser maiores nos terrenos de inclinação suave e menores nos terrenos de inclinação acentuada, a fim de impedir que a enxurrada adquira velocidade e energia que a tornem excessivamente erosiva.

**TIPO DE CULTURA:** A erosão é constituída de três fases. A primeira corresponde à desagregação do solo, que pode ser realizada pelo seu preparo, pela ação das gotas de chuva, pela enxurrada, pelo vento, etc. A segunda corresponde ao transporte das partículas do solo, que pode ser realizado pelo seu preparo, pelo salpico causado pelas gotas de chuva, pela enxurrada, pelo vento, etc. A terceira corresponde à deposição do material transportado, que se dá quando os agentes transportadores perdem a energia.

Desconsiderando-se aspectos das culturas, como manejo, tratamentos culturais, consorciação e cobertura vegetal do solo, pode-se afirmar que:

- nas culturas anuais, o preparo do terreno desagrega o solo, que fica solto, e favorece a ação da enxurrada, que facilmente transporta o solo. Por essa razão, nas culturas anuais, a distância entre dois terraços deve ser reduzida;
- culturas perenes tais como café, pomares, seringueira, etc., em que o espaçamento entre as plantas é grande e o plantio é feito em covas especiais, já que muitas vezes não há necessidade de se preparar toda a área, fazem com que a distância entre os terraços seja maior, pois, nessas condições, a enxurrada terá de utilizar parte de sua energia para desagregar o solo antes de transportá-lo.

Deve-se considerar, no entanto, que, em sistemas de cultivo conservacionista como o cultivo mínimo e, principalmente, o plantio direto, apesar de se trabalhar com culturas anuais, a proteção dada ao solo (pelo seu revolvimento mínimo ou ausência completa de preparo e pela manutenção da cobertura do solo) permite que o sistema se comporte de maneira semelhante a um cultivo de culturas perenes.

Nessa situação, o espaçamento entre os terraços para a cultura do milho, por exemplo, poderia ser maior do que se esse mesmo milho fosse cultivado no sistema convencional. Em determinadas situações, após criterioso estudo e planejamento, em que as condições de clima e solo permitam, os terraços podem até ser dispensados.

**TIPO DE SOLO:** Os parâmetros a serem considerados são aqueles que afetam a infiltração de água, tais como textura, estrutura, presença de camadas adensadas no perfil do solo e coerência entre partículas e/ou agregados. Essas características variam com a classe de solo e devem ser observadas de acordo com o solo predominante na região onde se vai trabalhar.

- **Solos argilosos:** englobam vários solos com perfis e características bem distintos; por isso, levantamentos devem ser feitos anteriormente à implantação do sistema de terraceamento, para averiguação da permeabilidade apresentada por esses solos. De maneira geral, aqueles que apresentam B textural (horizonte B com teor de argila mais elevado que o horizonte superficial "A") mostram problemas relacionados à infiltração da água; por essa razão, requerem terraços mais próximos. A condição de baixa permeabilidade quase sempre conduz o

técnico a trabalhos com terraços com gradiente para escoamento da água.

- **Solos de textura média:** tendem a apresentar baixa infiltração e grande volume de enxurrada, requerendo terraços mais próximos. Novamente, nessa situação, o técnico opta pelo terraço com gradiente em substituição aos nivelados.
- **Solos arenosos com predominância de areia grossa** na sua constituição apresentam alta capacidade de infiltração e baixo potencial erosivo. Neles, o espaçamento entre os terraços pode ser maior, e os técnicos normalmente recomendam a construção de terraços em nível.

De maneira geral, considerando-se as classes de solos, os Cambissolos Hápicos e os Neossolos Flúvicos são mais suscetíveis à erosão, e os Latossolos, menos. Desse modo, quando permitido, os primeiros deverão ter terraços mais próximos; e os segundos, mais distantes. Os Argissolos encontram-se em uma posição intermediária.

**TIPO DE TERRAÇO:** Para uma mesma situação de clima, cultura a ser implantada e declive, a decisão sobre a construção de um sistema de terraceamento em nível ou gradiente será tomada em função da permeabilidade do solo,

de maneira que os terraços em nível deverão estar mais próximos comparativamente aos terraços com gradiente.

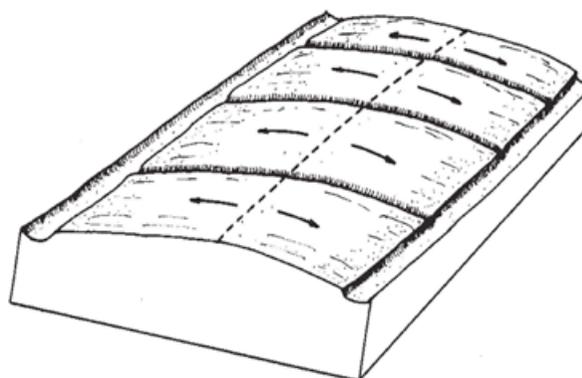
**COMPRIMENTO DOS TERRAÇOS:** Deve-se considerar se os terraços são em nível ou com gradiente.

**NIVELADOS:** Teoricamente, o comprimento do terraço em nível não tem limite. No entanto, por medida de segurança, recomenda-se construir “travesseiros” (Figura 15), que são pequenos diques ou barreiras de terra batida dentro do canal, distanciados de 100 a 200 m, para evitar que, em caso de arrombamento do terraço, toda a água nele acumulada vá atingir o terraço de baixo. Essas barreiras, porém, dificultam os trabalhos de manutenção dos terraços.

**COM GRADIENTE:** Os terraços em desnível devem apresentar uma pequena inclinação para um lado ou para os dois lados. A inclinação do canal deve ser criteriosamente dimensionada, a fim de que a água não cause erosão dentro do terraço. O comprimento normalmente recomendado para terraços com gradiente é de 500 a 600 m. Quando a área a ser terraceada apresenta dimensões maiores, principalmente quando o terreno for de baixa permeabilidade



**Figura 15** Terraços com “travesseiros” em cafezal. Detalhe da bacia de captação de água construída para receber água dos carreadores e do possível escoamento dos terraços (Cortesia de Marcelo de Freitas Ribeiro).

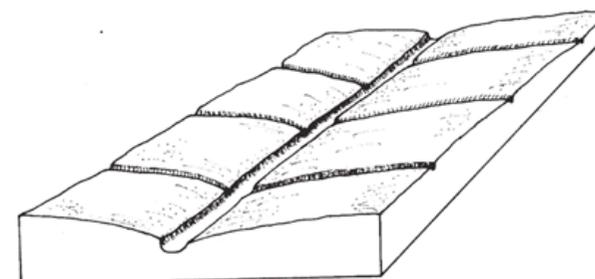


**Figura 16** Esquema de localização dos canais escoadouros nas extremidades laterais dos terraços.

e/ou o solo for bastante degradado pela erosão, e as condições topográficas permitirem, deve-se procurar reduzir o comprimento dos terraços. Para isso, dois artificios podem ser usados:

- Localizar canais escoadouros, nas duas extremidades laterais do terreno, e orientar o gradiente dos terraços para eles, a partir de uma linha de crista localizada na parte central da área (Figura 16).
- Construir o canal escoadouro na parte central do terreno e orientar o gradiente dos terraços para ele (Figura 17).

**DECLIVIDADE DOS TERRAÇOS COM GRADIENTE:** Os terraços podem ter gradiente constante, ou o gradiente pode aumentar progressivamente. Quando o gradiente for fixo, pode-se usar 0,3% e, quando ele for progressivo, começa-se em 0,1% e vai-se aumentando até chegar



**Figura 17** Esquema de localização do canal escoadouro na parte central do terreno.

a 0,5%. No quadro seguinte, sugere-se o aumento do gradiente com a distância do terraço.

Para solos arenosos, não se deve passar de 0,3%, e o comprimento máximo do terraço deverá ser 400 m; e em solos argilosos, até 0,5% (600 m). O gradiente de 0,3% significa que, a cada 100 m, descem 30 cm; a cada 50 m descem 15; e a cada 10 m descem 3 cm. Na locação do terraço, para facilitar o trabalho, bater estacas de 10 em 10 m; a cada 10 m, desce em direção ao caimento. Se o gradiente for de 0,2%, a cada 10 m descem 2 cm. O caimento do terraço pode ser para um dos lados ou para os dois lados, para dentro ou para fora da área.

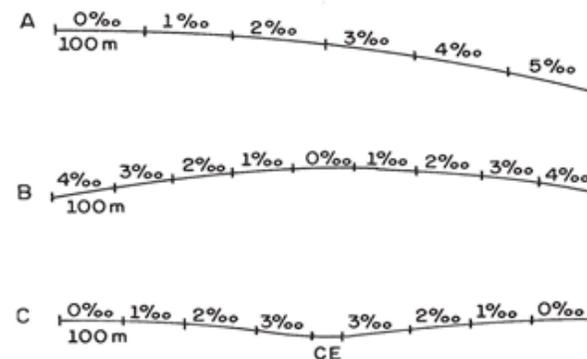
A Figura 18 mostra o sentido que o caimento dos terraços com gradiente pode apresentar:

**Tabela 2** Gradiente dos terraços em desnível em função do comprimento.

Distância (m)	Gradiente	
	%	m/n
0-100	0,0	0,0
100-200	0,1	0,01
200-300	0,2	0,02
300-400	0,3	0,03
400-500	0,4	0,04
500-600	0,5	0,05

Fonte: GALETI, 1973.

para um dos lados (Figura 18 A) ou para ambos os lados, seja de forma divergente (Figura 18 B) ou convergente (Figura 18 C). A quantidade de enxurrada que cai na parte inicial do terraço com gradiente é pequena; mas aumenta ao longo dele, exigindo maior capacidade de vazão à medida que a quantidade de enxurrada aumenta. A capacidade de escoamento de um terraço é afetada pela seção do canal, profundidade e declividade do terraço. Esses fatores podem ser ajustados de modo a dar ao terraço uma capacidade de escoamento compatível com o volume de enxurrada a ser transportado, sem, contudo, permitir que ela adquira velocidade erosiva. Essa velocidade crítica varia com a natureza do solo em que o terraço é construído e com a natureza do revestimento do canal.



**Figura 18** Sentidos do caimento dos terraços com gradiente. Fonte: GALETI, 1973.

Os terraços com gradiente necessitam de um local onde se possa jogar com segurança a água escoada por eles. As estruturas que desempenham essa função são chamadas de canal escoadouro (o qual será abordado mais adiante).

### LOCAÇÃO DE TERRAÇOS

Quando se vai locar os terraços, deve-se fazer a marcação, ou seja, determinar os pontos ao longo da linha de declive do terreno (da encosta) por onde os terraços deverão passar, transversalmente. A locação propriamente dita é a determinação dos pontos das linhas transversais (perpendiculares ao declive) sobre as quais os terraços serão construídos. As duas etapas podem ser executadas com nível óptico, nível de mangueira, trapézio, etc.

**MARCAÇÃO DOS TERRAÇOS:** o processo de marcação de terraço em nível é igual ao de marcação de terraço com gradiente. Apenas a distância vertical entre os terraços varia com o sistema de terraço usado. Em ambos os casos, a movimentação dos instrumentos nessa operação assemelha-se à executada na determinação da declividade do terreno.

**USANDO NÍVEL ÓPTICO OU DE PRECISÃO:** deve-se inicialmente determinar a declividade

do terreno como anteriormente descrita e o tipo de solo, bem como encontrar, através de quadros ou fórmulas, o espaçamento vertical (EV) entre terraços. Supondo que a declividade seja de 10% e o EV encontrado seja de 1,8 m, instale e nivele o instrumento, colocando-o na estação 1, localizada imediatamente abaixo do ponto correspondente à posição do primeiro terraço (o mais alto), de tal modo que se possa ler a mira colocada nele. À leitura da mira nesse ponto denomina-se leitura de mira L1, que é a leitura de ré.

- Posicione a mira o mais ereta possível junto da estaca do primeiro ponto e faça a leitura.
- Supondo que  $L1 = 0,20$  e que  $EV = 1,8$  m, o valor correspondente à posição do segundo terraço L2 será  $= L1 + EV = 0,2 \text{ m} + 1,8 \text{ m} = 2,0 \text{ m}$ .
- Gire o aparelho. O ajudante movimentará a mira para uma posição abaixo do local onde o instrumento foi instalado e, obedecendo à orientação do operador do nível, movimentará a mira para baixo ou para cima até conseguir a leitura de 2 m (L2).
- Uma terceira leitura pode ser feita somando-se ao valor da segunda leitura o valor de EV:  $L3 = L2 + EV = 2 \text{ m} + 1,8 \text{ m} = 3,8 \text{ m}$ . Essa leitura será feita na mira após sua movimentação para encontrar o terceiro ponto, como feito para o segundo ponto.

- Em razão de o comprimento da mira ser de 4 m apenas, para se marcar a posição do quarto terraço, será necessário mudar o aparelho para a estação 2, abaixo do terceiro terraço. Nivelando o aparelho, faz-se uma leitura de ré com a mira no ponto correspondente ao 3.º terraço (último a ser feito leitura e que receberá nova leitura L4). Adiciona-se a essa leitura o valor de  $EV = 2,0$  m e ter-se-á o valor correspondente à posição do quarto terraço.
- Supondo  $L4 = 0,5$  m e  $EV = 1,8$  m, a próxima leitura será:  $L5 = 0,5 \text{ m} + 1,8 \text{ m} = 2,3 \text{ m}$ . As operações de mudança do aparelho se repetem quantas vezes forem necessárias, até determinar todas as posições dos pontos por onde deverão passar os terraços ao longo da linha de declive escolhida, como esquematizado na Figura 19.

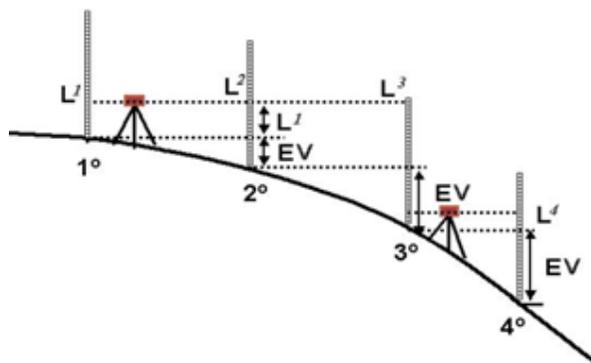


Figura 19 Uso do nível óptico na marcação de terraços.

## USANDO NÍVEL DE MANGUEIRA

- Nivele o nível, colocando as duas hastes em uma superfície plana, fazendo a mesma leitura do menisco nas duas hastes. Suponha que essa leitura tenha sido de 1,0 m, quando nivelados, e o espaçamento vertical (EV) entre terraços, de 1,80 m.
- Um operador deve posicionar uma haste junto a uma estaca no ponto onde deve passar o primeiro terraço, e o outro operador desce com a haste no sentido do declive (Figura 20).
- Para determinar as leituras que deverão ser feitas nas duas hastes para marcação dos terraços, divida o EV por 2  $= 1,80/2 = 0,90$  m. O operador com a haste no primeiro ponto (mais elevado) deve subtrair a leitura feita com as hastes niveladas (1,0 m) da metade do EV (0,90 m):  $1,0 \text{ m} - 0,90 \text{ m} = 0,10 \text{ m}$  ou 10 cm.
- O operador com a haste no ponto mais baixo deve somar a leitura feita com as hastes niveladas (1,0 m) com metade do EV (0,90 m):  $1,0 \text{ m} + 0,90 \text{ m} = 1,90 \text{ m}$ .

Para locar os terraços seguintes, devem-se repetir as operações descritas anteriormente.

**USANDO O TRAPÉZIO:** supondo que o espaçamento vertical (EV) seja de 1,80 m e que o

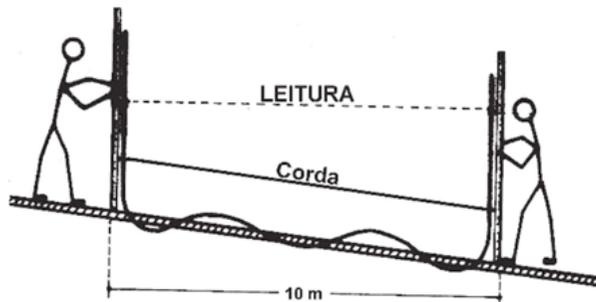


Figura 20 Uso do nível de mangueira na marcação de terraços.

trapézio possui 2 m de comprimento e suas hastes ou pernas 1,0 m de altura, proceda da seguinte maneira:

- Coloque o trapézio junto a uma estaca, por onde deve passar o primeiro terraço, no sentido da declividade do terreno.
- Levante o pé do trapézio na parte mais baixa, até atingir a posição horizontal indicada pelo nível de pedreiro.
- Coloque junto do pé, na parte mais baixa, uma haste graduada, medindo-se a distância vertical entre a superfície do terreno e o pé levantado do trapézio (Figura 21A). Anote essa diferença de nível entre o pé do trapézio e a superfície do solo.
- Mude o trapézio de modo que a perna que estava na parte de cima fique na posição marcada pela haste, na posição anterior (Figura 21B).
- Repita o procedimento realizado no item c.

- Prossiga movimentando o trapézio até que a soma das leituras na haste, entre o pé do trapézio levantado e o solo, seja de 1,80 (EV). Geralmente, na última leitura, a haste é movimentada em direção à primeira perna até encontrar a leitura que complete 1,80 m. Como exemplo, suponha que as três primeiras leituras foram:  $L1 = 0,50 \text{ m} + L2 = 0,6 \text{ m} + L3 = 0,40 \text{ m} = 1,50$ . Sendo o  $EV = 1,80$  ( $1,80 - 1,50 = 0,30 \text{ m}$ ), faltam 0,30 m. Desse modo, a leitura na mira deverá ser de 0,30.
- Prossiga com a locação, repetindo as operações descritas anteriormente (Figura 22).

**TERRAÇO EM NÍVEL:** O terraço em nível é construído ao longo de uma curva de nível. Desse modo, a locação de um terraço em nível consiste na locação da curva de nível cor-

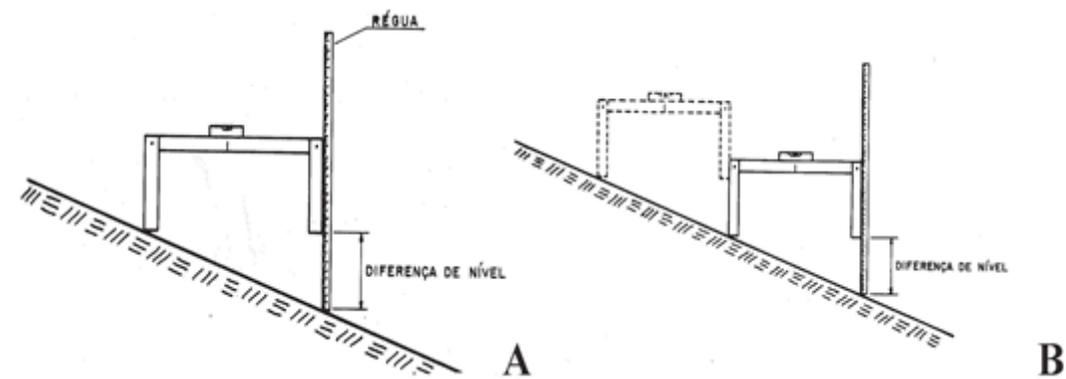


Figura 21 Uso do trapézio na marcação de terraços.

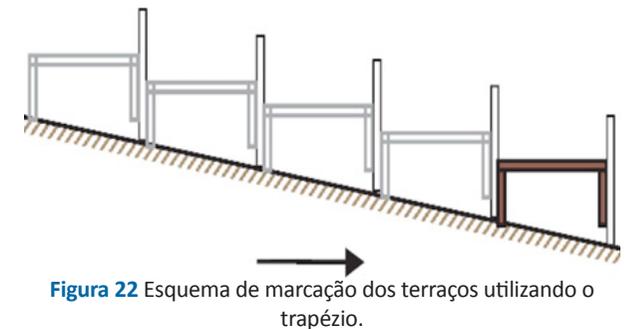


Figura 22 Esquema de marcação dos terraços utilizando o trapézio.

respondente. Essa marcação foi explicada anteriormente, quando da marcação de linhas niveladas utilizando-se o trapézio, o nível de mangueira e o nível óptico. O procedimento deve ser o mesmo, como exemplificado com o nível óptico na Figura 23.

**TERRAÇO COM GRADIENTE OU DESNÍVEL:** Para a locação do terraço com gradiente, deve-

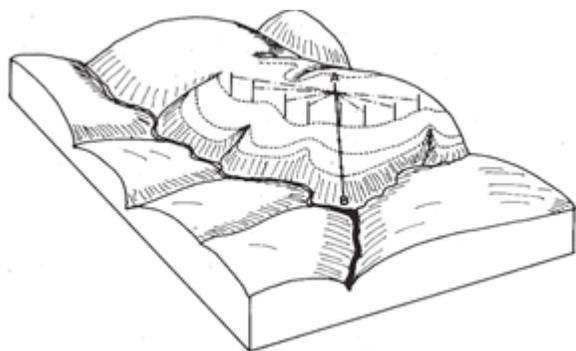


Figura 23 Locação de terraços em nível utilizando nível óptico.

se ter definido com qual inclinação ou gradiente o terraço será construído e predeterminar a distância entre as estacas. Deve-se também determinar o(s) lado(s) para o(s) qual(is) a água será direcionada. Exemplo: locar um terraço com gradiente uniforme de 1%, usando 10 m como distância entre estacas.

**CONSTRUÇÃO DOS TERRAÇOS:** Para se construir um terraço, podem-se usar equipamentos específicos, como o terraceador ou a draga em “V”, ou outro equipamento de que se disponha na propriedade, como arados ou plainas. Os arados, por serem comumente encontrados nas propriedades rurais, embora não oferecendo um serviço tão perfeito e eficiente como os equipamentos especializados, podem, com vantagem, ser empregados na construção e manutenção de terraços pe-

los próprios agricultores. Sendo pequeno o deslocamento de terra proporcionado pelo arado, seja de discos ou aiveca, é necessário grande número de passadas sucessivas para que os terraços atinjam as dimensões desejadas. Na falta de equipamentos especializados, praticamente qualquer tipo de arado pode ser empregado para construção e, especialmente, manutenção dos terraços.

### CONSTRUÇÃO DO TERRAÇO DE BASE LARGA

**DO TIPO MANGUM:** O método indicado para construção é chamado “ilha”, que consiste em se delimitar uma faixa de terra, cuja largura é obtida na Tabela 3. Para sua construção, pode-se empregar o arado fixo. As etapas para construção serão minuciosamente detalhadas, para que se possa acompanhar e repetir as operações.

**a) Marcar a ilha:** Delimitar a ilha, de um lado, pela linha de estacas correspondentes ao terraço e, de outro, por uma linha de estacas paralelas à linha do terraço, obedecendo às distâncias recomendadas (Figura 24). Essa ilha, assim demarcada, é a base sobre a qual o terraço será construído.

**OPERAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO:** Para se construir o terraço de base larga, o processo

Tabela 3 Largura da ilha de acordo com a declividade do terreno

Declividade	Largura da ilha
3	3,78
4	3,30
5	3,00
6	2,74
7	2,44

será dividido em etapas, chamadas séries. Cada série é constituída de três passadas do trator do lado de cima e três do lado de baixo da ilha, anteriormente demarcada. Desse modo, cada série é composta por três voltas em torno da ilha. O processo consiste basicamente em arar abaixo e acima da ilha, jogando terra em sua direção. Os passos a serem seguidos são estes:

- 1) Engate o arado ao trator.
- 2) Regule o arado: a regulagem normal da aração.
- 3) Dê a primeira passada da primeira série.
  - a) Alinhe o trator com a face interna da roda tocando as estacas na parte de cima da ilha. O arado deve jogar terra para baixo (Figura 25).
  - b) Abaixo o arado.
  - c) Movimento o trator, derrubando a linha de estacas que demarca a ilha: velocidade normal de aração; profundidade de corte de mais ou menos 20 cm (Figura 26A).



**Figura 24** Sequência de marcação da ilha (delimitada por estacas) utilizada para construção do terraço de base larga.

- 4) Ao final da linha, suspenda o arado e manobre o trator para a direita.
- 5) Dê a primeira passada na parte de baixo da ilha.
  - a) Alinhe o trator com a face interna da roda tocando as estacas na parte de baixo da ilha. O arado deve jogar terra para cima (Figura 26B).
  - b) Abaixar o arado.
  - c) Movimente o trator, com o arado passando com o disco dianteiro cortando em cima da linha de estacas que demarca a ilha.
- 6) Ao final da linha, suspenda o arado e manobre o trator.
- 7) Dê a segunda passada no lado de cima da ilha.



**Figura 25** Trator posicionado com a face interna da roda tocando as estacas na parte de cima da ilha para iniciar a construção do terraço de base larga.

- a) Alinhe o trator, do lado de cima, com a roda direita traseira no sulco deixado pela primeira passada (Figura 27).
- b) Abaixar o arado.
- c) Movimente o trator. Movimentação do trator na primeira passada da primeira série pelo lado de cima e pelo lado de baixo da ilha.
- 8) Proceda de forma idêntica no lado de baixo da ilha.
- 9) Inicie a terceira passada pelo lado de cima e depois pelo lado de baixo da ilha, como realizado no item 7, encerrando assim a primeira série (Figura 28). Ao final, restará uma largura de corte na parte superior e uma na parte inferior.



**Figura 27** Trator posicionado com a roda dentro do sulco de aração, para a segunda passagem da primeira série.



**Figura 28** Movimentação do trator, finalizando a terceira passagem da primeira série.



**Figura 29** Início da segunda série, com o trator posicionado para tomar a terra arada na primeira série.

10) Para iniciar a 1ª passagem da segunda série, posicione o arado na parte de cima da ilha, com o arado passando dentro dessa, abaixo da linha de demarcação, jogando a terra cortada na primeira série para dentro da ilha (Figura 29). As demais passagens da segunda série, pelo lado de cima, devem prosseguir tombando a terra arada na primeira série.

11) Do lado de baixo, a aração deve prosseguir como foi realizada na primeira série. A cada nova passagem, o trator deve ser alinhado com a roda dentro do sulco deixado pela última passagem e seguir a aração.

12) Ao final da segunda série, haverá duas larguras de corte no lado de cima da ilha e, novamente, uma largura de corte do lado de baixo da ilha.

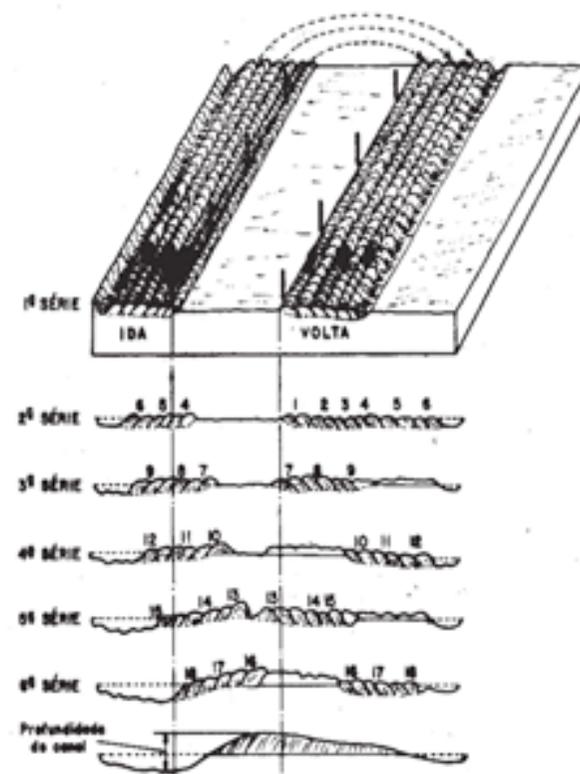
13) Para iniciar a terceira série, posicione o trator do lado de cima da ilha e repita, como na segunda série, o trabalho de tombamento da terra arada para dentro da ilha.

14) Na primeira passagem, com o disco dianteiro dentro da ilha, desloque a terra que foi cortada na primeira passagem da segunda série para seu interior, e assim sucessivamente.

15) No lado de baixo da ilha, o trabalho será o mesmo, com o arado tombando a terra cortada na primeira série para dentro da ilha, para formar o camalhão (Figura 30).



**Figura 30** Tombamento da terra arada na primeira série, dando sequência à terceira série pelo lado de baixo da ilha.



**Figura 31** Esquema de construção de terraço de base larga pelo método da ilha.

16) Ao final da terceira série, a largura do canal (lado de cima da ilha) será correspondente a três larguras de corte do arado utilizado. Do lado de baixo haverá um pequeno canal com uma largura de corte do arado utilizado, no meio da área trabalhada, e outro pequeno canal, com uma largura de corte, no final da área trabalhada.

O número de séries será dado em função da dimensão que o canal deverá possuir. Se o canal for de quatro larguras de corte, deverão ser feitas quatro séries; se for de seis, serão seis séries; e assim por diante (Figura 31).

**CONSTRUÇÃO DO TERRAÇO DE BASE ESTREITA DO TIPO NICHOL'S:** Usar trator agrícola com arado reversível para construção do terraço. Com arado fixo, o rendimento é reduzido; mas é possível sua construção.

**OPERAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO:** A terra deverá ser deslocada somente para baixo. Um arado reversível é mais recomendado para a construção desse tipo de terraço, por causa do rendimento. Os passos a seguir são:

- 1) Engate o arado ao trator.
- 2) Regule o arado – a regulação normal da aração.
- 3) Dê a primeira passada.

- a) Alinhe o trator com a face interna da roda tocando as estacas de demarcação do terraço. O arado deve jogar a terra para baixo (Figura 31).
- b) Abaixee o arado.
- c) Movimente o trator com o arado passando com o disco dianteiro cortando em



Figura 32 Posicionamento do trator para início da construção do terraço de base estreita.

- d) Ao final da linha, suspenda e inverta o arado e manobre o trator (Figura 34).
- 4) Dê a segunda passada.
  - a) Alinhe o trator, colocando as rodas de cima dentro do sulco deixado no primeiro corte (Figura 35).
  - b) Abaixee o arado.
  - c) Movimente o trator cortando e jogando a terra para baixo, de modo a aumentar a largura do canal.
  - d) Ao final da linha, suspenda e inverta o arado e manobre o trator.
- 5) Dê a terceira passada.
  - a) Alinhe o trator, colocando as rodas de cima passando acima do corte (pequeno talude) deixado na primeira passada e as rodas de baixo em cima da terra cortada (Figura 36).
  - b) Abaixee o arado.
  - c) Regule o arado para cortar o mais profundo possível.
  - d) Movimente, cortando e jogando a terra para baixo, para aprofundar o canal.
  - e) Para aumentar a capacidade do terraço, o que será determinado pelos cálculos de dimensionamento, repita as operações descritas na segunda e na terceira passadas.



**Figura 33** Movimentação do trator sobre a linha de estacas.



**Figura 34** Reversão do arado e manobra do trator para retornar na segunda passada.



**Figura 35** Posicionamento do trator com rodas dentro do sulco, promovendo a abertura do canal.



**Figura 36** Posicionamento do trator com rodas de cima passando acima do corte (pequeno talude), promovendo o aprofundamento do canal.

A Figura 37 apresenta uma visão geral dos terraços de base larga e de base estreita e a comparação entre dimensões de seus canais.

**Obs.:** Como observação importante na construção dos terraços, deve-se manter a crista do



**Figura 37** Visão do terraço de base larga após o término da construção e medição da largura do canal.

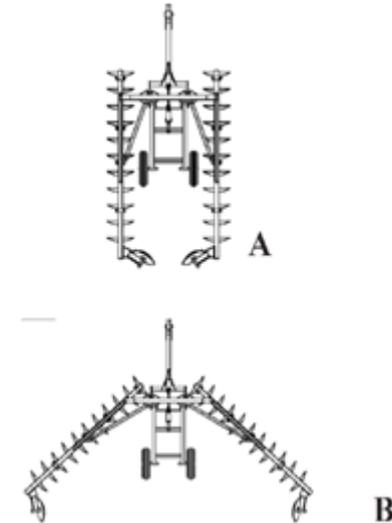
camalhão com altura suficiente, uniforme e sem depressões. Essas depressões são pontos vulneráveis, onde os terraços transbordam, causando sua destruição e daqueles que estão abaixo deles, principalmente se construídos em nível.

### CONSTRUÇÃO DE TERRAÇOS UTILIZANDO TERRACEADORES

Os terraceadores são implementos concebidos exclusivamente para a construção de ter-

raços, o que consiste, em razão dessa especialização, em resistência para sua aquisição por parte dos agricultores. Terraceadores (Figura 38) são implementos específicos para a construção dos terraços de bases larga e média (os mais encontrados no Cerrado) e abaulados, os que permitem o plantio da cultura sobre eles, com aproveitamento total da área. O uso dos terraceadores oferece vantagem da incorporação da terra localizada na superfície do terreno, que será aproveitada pelas plantas. Os terraços feitos com outros tipos de equipamento que raspam o solo e retiram a camada fértil causam grandes irregularidades no plantio. Apesar disso, são implementos comumente utilizados para a construção de terraços no Brasil Central, apesar da tecnologia desenvolvida para o emprego de arados de discos nos solos mais comuns dessa região (RESCK, 2002). Outra vantagem é que o processo de construção é simples, consistindo basicamente no acionamento do cilindro hidráulico, ou seja, no processo de inclinação dos discos, mobilizando o solo para a formação do camalhão.

A construção dos terraços com terraceadores (Figura 39) pode ser feita em terrenos que já estejam preparados ou não, sendo necessárias de 10 a 12 passadas, em média, para que o terraço fique pronto.



**Figura 38** Terraceador com chassi fechado, em posição de transporte (A); e aberto, em posição de trabalho (B).

Em terreno não preparado, deve-se iniciar o terraço com as seções de discos paralelas ao solo, na primeira e na segunda passadas, objetivando somente a remoção desse. Essa operação pode ser feita antecipadamente, com a grade aradora, ou arado subsolador, em passadas suficientes para atender a largura da base do terraço.

Em terreno já preparado, pode-se iniciar o terraço com uma pequena inclinação das seções, ou seja, com o cilindro dianteiro um pouco acionado. Em ambos os casos, a partir da terceira e da quarta passadas, acione um pouco mais o cilindro hidráulico, onde já se poderá



**Figura 39** Operação de construção de terraço de base larga usando o terraceador (cortesia Agri-Tillage do Brasil Ltda).



**Figura 40** Forma da seção de um terraço de base média, construído com terraceador.

discos, pode ser feito com arados de discos ou subsoladores, os quais aumentam ainda mais a largura da base. O uso de subsoladores no acabamento dos terraços oferece a vantagem da infiltração de parte da água antes mesmo que essa chegue ao terraço, reduzindo os riscos de rompimento.

Segundo o pesquisador da Embrapa Cerrados, Dimas V. Resck, em informação pessoal, uma desvantagem apresentada pelo terraço construído com terraceador é que seu processo de construção não permite uma boa consolidação do camalhão, deixando que o solo permaneça solto e facilmente carregável por precipitações intensas ocorridas imediatamente após sua construção. Quando se utiliza o arado de discos, a cada passada para composição das séries, o rodado do trator promove a consolidação do camalhão, em etapas, o que o torna mais seguro.

### OUTROS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE TERRAÇOS

Além do arado e do terraceador, outros implementos são empregados na construção de terraços, entre eles: a motoniveladora (“Patrol”), a draga em “V”, a plaina terraceadora e a niveladora de estradas, utilizadas acopladas ao trator. A motoniveladora é muito difundida

notar a atuação de todos os discos, conforme a Figura 40. Nas demais passadas, acione gradativamente o cilindro hidráulico até a conclusão do terraço.

Os terraços construídos com terraceadores não têm o formato observado naqueles cons-

truídos com arado. Normalmente são deixados dois sulcos, um de cada lado do camalhão, semelhante ao terraço do tipo Mangum (Figura 45), porém de seção pequena (Figura 54). Para aumentar a largura da base, procede-se ao acabamento do terraço, que consiste na eliminação dos sulcos deixados pelos últimos

na construção de terraços de base larga, em áreas de declive pouco acentuado (Figura 41). Apresenta excelente desempenho na construção de carregadores (às vezes, terraços-carregadores), sendo normalmente construídos em nível.

A draga em “V” é normalmente construída de madeira, com quinas e pontas revestidas com cantoneiras de ferro ou totalmente de aço. Pode ser tracionada por animais (Figura 42). Apresenta grande variação de modelos. O mais difundido é constituído de uma asa curta (1,90 m) e outra longa (3,50 m), com um ângulo entre elas de 45°.

Esse implemento tem maior rendimento na conservação do que na construção de terraços e cordões de contorno. A plaina terraceadora distingue-se da plaina niveladora de estradas por ser mais curta e compacta, apresentar menor raio de curva e melhor adaptação para acompanhar as curvas de nível do terreno. Além disso, pode realizar viradas mais facilmente nas extremidades dos terraços e canais. Pode ser classificada em três tipos: leve (comprimento da lâmina entre 1,6 e 2,0 m), médio (lâminas de 2,1 a 2,6 m) e pesado (lâminas de 2,7 a 3,6 m). A Figura 43 apresenta o esquema de construção de terraços utilizando



Figura 41 Motoniveladora sendo empregada na construção de terraços.



Figura 42 Draga em “V”. Fonte: CORRÊA, 1959. (Adaptado).

a plaina terraceadora. A niveladora de estrada é também classificada como leve (aproximadamente 2,4 m de comprimento da lâmina), média (lâminas de 3 m de comprimento) e pesada (3,6 m de comprimento). As manobras com a niveladora de estradas são mais difíceis, em razão de seu tamanho. Por outro lado, o rendimento na operação de terraceamento é

elevado, sendo influenciado pela habilidade e prática dos operadores, pelo tipo de terraço a ser construído e pelas condições do solo. O custo elevado e a natureza especializada dos trabalhos que as plainas podem executar numa fazenda limitam economicamente seu emprego pelos agricultores (excetuando-se a draga em “V”, que é mais acessível).

São também empregados na construção de terraços grades (principalmente as pesadas), arados terraceadores e ferramentas manuais (construção de cordões de contorno em lavouras perenes), dependendo da disponibilidade na propriedade e/ou dos recursos do agricultor.

### TERRAÇOS EM PASTAGENS

Embora a pastagem bem conduzida seja, depois das matas, a melhor proteção do solo contra a erosão, é interessante observar que a utilização de terraços aumenta a eficiência no controle da perda de água. Já em pastagens mal conduzidas que representam a realidade de mais de 80% da área de pastagens nacionais, os terraços em pastagem podem significar o efetivo controle das perdas de solo e de água neste tipo de exploração, representando atualmente mais de 200 milhões de hectares.

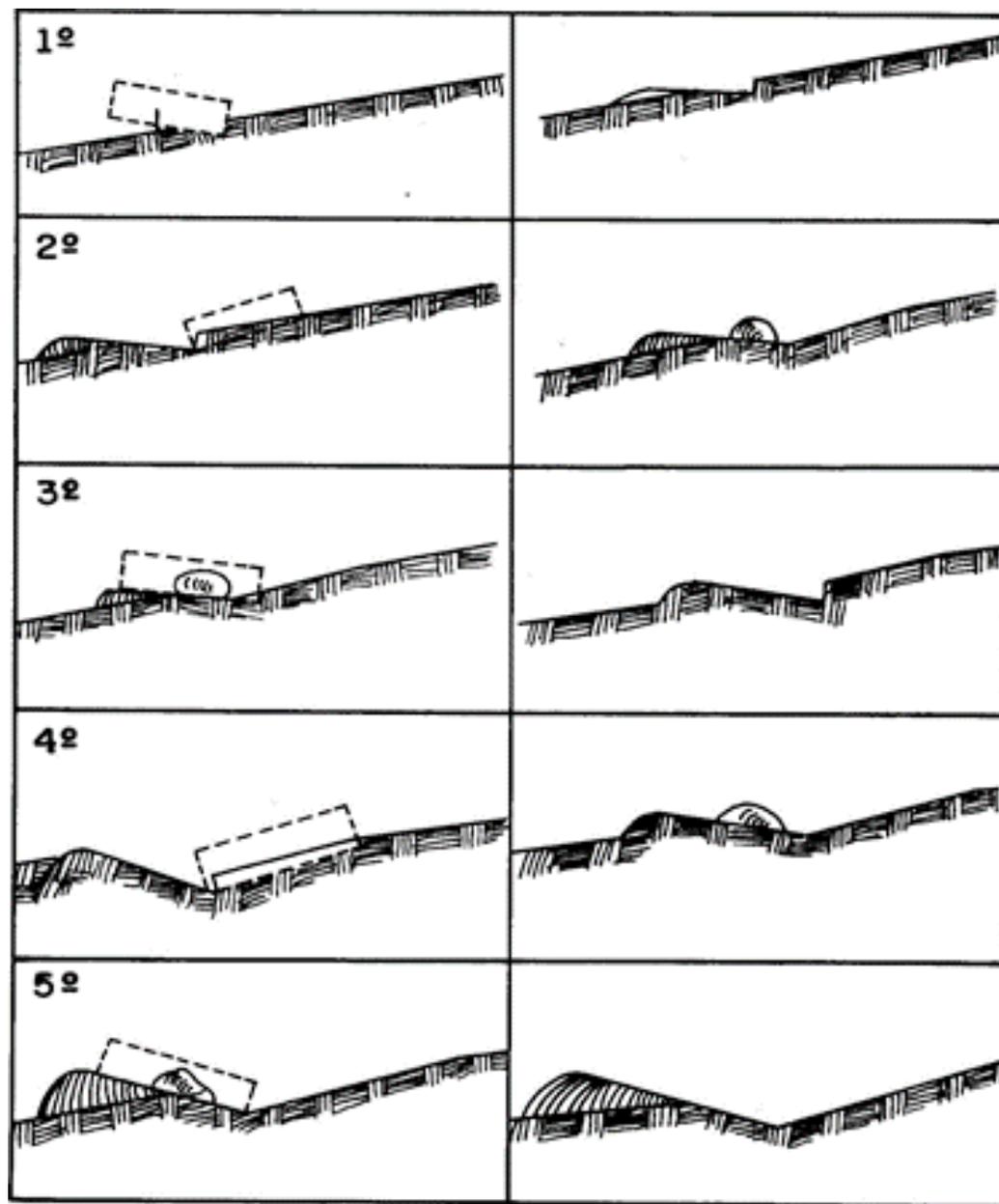


Figura 43 Esquema de construção de terraços com plaina terraceadora. Fonte: GALETI,1984.

Esta prática tem se mostrado eficiente na conservação do solo e da água em pastagens, mesmo em situações críticas como as de relevo muito acidentado (Figuras 44). Em terrenos muito íngremes, os terraços de base estreita, chamados de cordões em contorno, são acompanhados por bacias de retenção nos pontos mais críticos da encosta (Figura 45). Mesmo em áreas de pequena inclinação e ainda co-

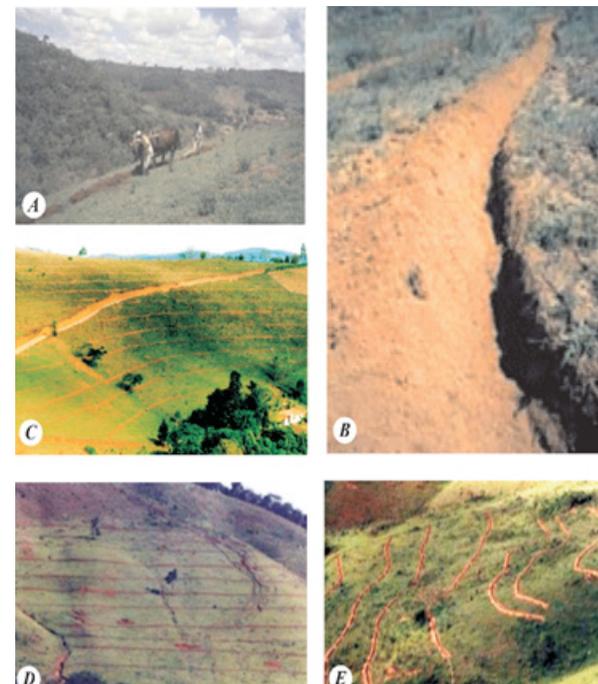


Figura 44 Terraços do tipo cordão em contorno em áreas de pastagem. Construção dos terraços utilizando tração animal (A); detalhe do canal do terraço após sua construção (B); vista geral da área terraceada (C, D, e E). (Cortesia de Edgley Pereira da Silva)



**Figura 45** Construção de bacias de retenção nos pontos de maior convergência das águas na encosta, utilizando retroescavadeira (A), detalhe da bacia pronta (B) e retendo água (C) proveniente do escoamento superficial, após a ocorrência de chuvas. (Cortesia de Edgley Pereira da Silva).



**Figura 46** Presença de terraços nivelados retendo água em pastagem estabelecida sobre relevo suave-ondulado.

bertas por espécies forrageiras, a presença de terraços contribui decisivamente para a conservação da água, já que o principal fator que contribui para perdas nessa situação é o longo comprimento de rampa (Figura 60). É uma prática que deverá ser dimensionada, locada e construída aos moldes do sistema de terraceamento de áreas agrícolas, apresentado anteriormente.

### BARRAGINHA

As estradas e carregadores são imprescindíveis, pois interligam cidades, fazendas, áreas de produção, etc. Dentre seus vários usos, destaca-se o transporte de matérias-primas, produtos e pessoas. Não se concebe mais a vida sem a presença delas, e o noticiário local, estadual e nacional mostra que é necessário o trabalho de sua conservação, quer sejam pavimentadas ou em terra. Essas últimas são comuns no meio rural e são alvo da presente abordagem.

Para construção das estradas, faz-se necessária a retirada da cobertura vegetal do solo e sua compactação e/ou impermeabilização. Isso faz com que a infiltração da água no leito da estrada seja nula. A água que não se infiltra é normalmente direcionada para as laterais, onde vão se acumulando e aumentando de velocidade ao longo da pendente.

Assim, as estradas, pavimentadas ou não, sofrem pela ação das águas das chuvas; as não pavimentadas, em especial, são mais facilmente erodidas e necessitam de constantes trabalhos de manutenção.

Sabe-se que a água promove erosão no solo se atingir velocidade erosiva, que será tanto maior quanto maior for o volume de enxurrada e/ou sua velocidade. Dessa maneira, a captação estratégica da água, impedindo a formação de grandes massas e de velocidade erosiva, é a solução para a conservação das estradas e traz, como um dos benefícios indiretos, a alimentação dos aquíferos subterrâneos.

O comprimento e o declive de rampa são os principais fatores para o aumento da velocidade da enxurrada. Na prática, pode-se assumir que a quadruplicação do comprimento de rampa triplica a perda de solo por unidade de área (Tabela 4). Alterar o declive de uma rampa às vezes é difícil; entretanto, parcelar o seu comprimento é fácil, e os resultados, excelentes. Esse é o princípio básico de um sistema de terraceamento e que também pode ser utilizado para o controle de erosão nas estradas se, associada a isso, a água for direcionada e captada em bacias – as bacias de retenção (Figura 47).

**Tabela 4** Efeito do comprimento de rampa nas perdas de solo, em toneladas por hectare.

Comprimento de rampa (m)	Perda				
	Média	1º 25 metros	2º 25 metros	3º 25 metros	4º 25 metros
25	13,9	13,9	-	-	-
50	19,9	13,9	25,9	-	-
75	26,2	13,9	25,9	38,8	-
100	32,5	13,9	25,9	38,8	51,4

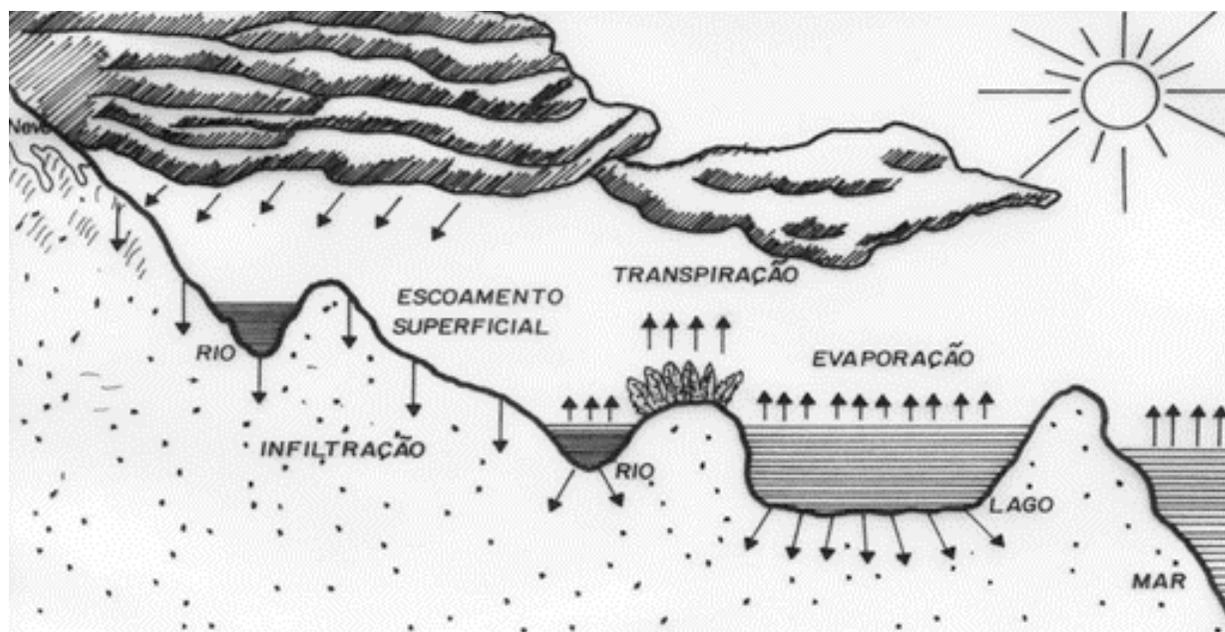
Analisando-se o ciclo hidrológico (Figura 48), verifica-se que a água da chuva tem vários caminhos: evaporação, infiltração e escoamento.

Esse último provoca problemas de erosão. A infiltração é o caminho ideal a ser dado à água da chuva, visto não provocar erosão e abastecer o lençol freático. A água da enxurrada é um desperdício enorme, principalmente se for considerada a grande preocupação atual com o bem água. Nas estradas, onde a infiltração é nula, torna-se cada vez mais importante conseguir seu aproveitamento racional. Para se ter uma ideia do montante dessa água, pode-se considerar um município como Viçosa (MG), que apresenta uma precipitação pluviométrica média anual de 1.260 mm. Se for considerado que o município possui aproximadamente 300 km de estradas com largura de 8 metros, verifica-se que existe uma área impermeável de  $300.000 \times 8 = 2.400.000 \text{ m}^2$ . Nessa área

caem, no ano,  $2.400.000 \times 1,26 \text{ m} = 3.024.000 \text{ m}^3$  de água, que escoam, provocando vários problemas. Esse volume de água, se armazenado, seria suficiente para abastecer cerca de



**Figura 47** Bacia de captação e retenção, armazenando água e evitando a erosão da estrada.



**Figura 48** Representação esquemática do ciclo hidrológico.

48.300 pessoas pelo período de um ano, com um consumo médio diário de 200 L/pessoa. dia. Deve-se frisar que Viçosa-MG possui cerca de 60.000 habitantes, ou seja, a captação da água das estradas praticamente seria suficiente para o abastecimento doméstico da cidade.

Os cálculos anteriormente apresentados demonstram a necessidade imperiosa do aproveitamento racional dessa riqueza. Seriam obtidas, ao mesmo tempo, melhor conservação das estradas e preservação das condições ambientais. A tecnologia proposta para obter esses benefícios é simples e baseia-se no cálculo do volume de água a ser captado, considerando-se a área da estrada e a precipitação pluviométrica média anual.

### LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O trabalho inicia-se com o levantamento topográfico da estrada, identificando os divisores de água (Figura 49) de maneira a direcionar a água da enxurrada para bacias de retenção, a serem locadas em função do declive e dimensionadas em função do volume a ser armazenado.

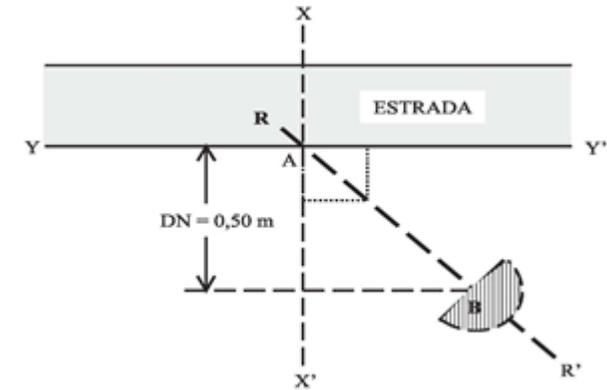
A seguir serão abordados, em sequência, os passos necessários para locação, dimensionamento e construção das bacias.



**Figura 49** Identificação de divisores de água nas estradas para locação das bacias de captação. Pontos altos das estradas indicando que a água corre para um determinado lado ou outro.

### LOCAÇÃO

- Esticar uma corda (ou linha) no sentido do comprimento da estrada (YY', na Figura 50).
- Esticar outra corda (ou linha) perpendicularmente ao comprimento da estrada (X-X', na Figura 50).
- Esticar outra corda (ou linha), formando um ângulo de 45° a partir do ponto de encontro das duas outras cordas (R-R', na Figura 1).
- Na corda R-R' e tomando como base o ponto de junção das cordas X-X' e Y-Y', através do uso de um aparelho que meça diferença de nível, procurar o ponto que está a uma diferença de nível de 0,50 m. Esse será o ponto básico para a locação da bacia, servindo de referência para a locação do raio

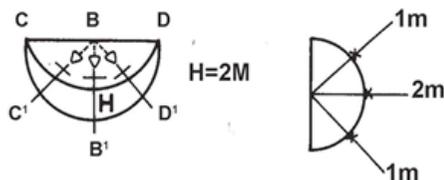


**Figura 50** Locação da bacia de retenção. Fonte: ACRA, 1984. (Adaptado)

do arco da bacia. Serão marcados pelo menos cinco pontos no arco, determinando, em cada um, a altura desejada.

O ponto B será o ponto de referência para a locação do raio e do arco da bacia. Através de um piquete fixado naquele ponto, amarra-se uma corda ou uma linha de comprimento igual ao raio previamente escolhido e loca-se um ponto central (B'), dois pontos intermediários (C' e D') e dois pontos nos extremos (C e D), conforme a Figura 51.

A bacia deve ser construída com um metro de profundidade média. Os pontos C e D terão altura igual a zero, pois estarão no mesmo nível do ponto B. Nos pontos C' e D', a profundidade



**Figura 51** Locação de pontos de referência para construção da bacia com profundidade, no ponto B', de dois metros; e nos pontos C' e D', de um metro. Fonte: BERTOLINI et al.,1993. (Adaptado.)

será de 1 m; e, no ponto B', de 2,0 m (Figura 51). Com isso, a crista (ou camalhão) da bacia ficará nivelada.

Devem-se acrescentar às dimensões 20% relativos ao acamamento sofrido pela terra movimentada. Para se atingir a profundidade desejada, podem-se utilizar cruzetas de bambu na demarcação da altura dos cortes e aterros a serem efetuados na construção. As alturas das cruzetas, com o acréscimo de 20%, serão: no ponto C e D = zero; nos pontos C' e D' = 0,60 m; e no ponto B' = 1,20 m. Desse modo, após o acamamento natural da terra movimentada, a altura do solo até a borda da bacia será, nos pontos marcados com as cruzetas de bambu C' e D' = 0,50; e no ponto B' = 1,0. Isso pode ser melhor evidenciado na Figura 57, onde está ilustrado o processo de construção da bacia.

## DIMENSIONAMENTO CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA NA SEÇÃO DA ESTRADA

Para se proceder ao cálculo do volume de água na seção da estrada, deve-se considerar seu comprimento (C), sua largura (L) e a lâmina d'água (h) baseada em uma precipitação máxima em 24 horas, em metros. Como nem todas as regiões do Brasil dispõem de dados de precipitação pluviométricos facilmente acessíveis, para efeito de cálculo e com relativa margem de segurança, pode-se adotar o valor da lâmina d'água (h) de uma chuva intensa de 100 mm h<sup>-1</sup>, isto é, 0,1 m. Nessas condições, tem-se:

$$V = C \times L \times h$$

## CÁLCULO DO VOLUME DA BACIA

a) Supondo uma bacia no formato de um semicírculo, tem-se o volume do semicírculo:

$$V = \frac{\pi r^2}{2} \times h$$

- b) Por questão de segurança, a altura média da bacia deve ser de 1 m.  
c) Por questão de praticidade, o raio (r) da bacia será sempre igual à largura (L) da estrada, e o valor de  $\pi$ , igual a 3. Com essas premissas:

$$V = \frac{3L^2}{2} \times 1 \quad \text{ou} \quad V = 1,5L^2$$

d) A bacia deverá ter, no mínimo, o volume necessário para armazenar a água caída, que será:

$$0,1C \times L = 1,5L^2$$

$$C = 15L$$

- e) Para dar segurança ao sistema, deve-se reduzir a distância entre as bacias. Aplicando-se um critério arbitrário de 20%.  
f) A distância entre as bacias deve ser corrigida em função da declividade da estrada. A declividade limite para sua implantação é de 20%, pois terrenos mais inclinados tornam a implantação dispendiosa, além de comprometerem a segurança da estrutura; além disso, em condições de declividades acentuadas, ocorrem solos com baixa capacidade de infiltração.

À medida que a declividade da estrada aumenta, embora o volume de água se mantenha, sua velocidade aumenta, aumentando o risco. Dessa forma, recomendam-se, para efeito de manter a segurança do sistema, as seguintes relações:

**% Declividade Distância (C) entre bacias**  
<5 C = 12L 5-10 C = 6L 10-15 C = 4L 15-20 C = 3L

Em função dessas relações, a Tabela 5 apresenta a distância entre as bacias. O tipo de solo também interfere na decisão sobre a construção das bacias, sendo que sua construção é indicada para solos que apresentem permeabilidade rápida a moderada, o que indica condição favorável à infiltração de água nesses solos.

### CONSTRUÇÃO

As bacias devem ser construídas após o término do período das águas. A primeira operação a ser feita é dar forma ao talude da estrada para possibilitar a locação da bacia, o que é obtido quebrando-se o barranco das margens da estrada. Essas margens e taludes posteriormente deverão ser revegetados, preferencialmente com gramíneas, a fim de proporcionar estabilização e proteção aos canais de admissão de água nas bacias.

Após a marcação da bacia, esta será construída, sendo preferível, para isso, uma pá carregadeira. Esta deverá entrar escavando o fundo da bacia e levantando a terra até as marcas deixadas nas estacas, formando a borda externa do arco (Figura 52). A máquina deverá, preferencialmente, trabalhar no sentido perpendicular à parede do arco marcado (Figura 53).

**Tabela 5** Determinação da distância entre as bacias, em função da variação do declive e da largura da estrada.

Declividade (%)	Largura (l) da estrada em metros					
	4	6	8	10	12	14
<5	48	72	96	720	144	168
6	43	65	86	108	130	151
7	38	58	77	96	115	134
8	34	50	67	84	101	118
9	29	43	58	72	86	101
10	24	36	48	60	72	84
11	22	34	45	56	67	78
12	21	31	42	52	62	73
13	19	29	38	48	58	67
14	18	26	35	44	53	62
15	16	24	32	40	48	56
16	15	23	30	38	46	53
17	14	22	29	36	43	50
18	14	20	27	34	41	48
19	13	19	26	32	38	45
>20	12	18	24	30	36	42

Fonte: ACRA, 1984

Tomando-se a Figura 51 como exemplo e o ponto B como referência, o processo construtivo será: no ponto B', escava-se um metro de profundidade. A terra será colocada para fora, formando o talude. Teoricamente, a profundidade final desse ponto será de 2 m. Nos pontos C' e D', escava-se 0,5 m de profundidade e, teoricamente, a profundidade final nesse ponto será de 2 m (Figura 51). Deve-se aumen-

tar essa altura em todos os pontos em mais ou menos 20%, para compensar o abatimento natural da terra, ou pela compactação com a própria máquina (Figura 54). Com isso, ao final da construção, a crista (ou camalhão) da bacia ficará nivelada (Figura 55).

Deve-se efetuar a escarificação do fundo da bacia após a construção, principalmente em

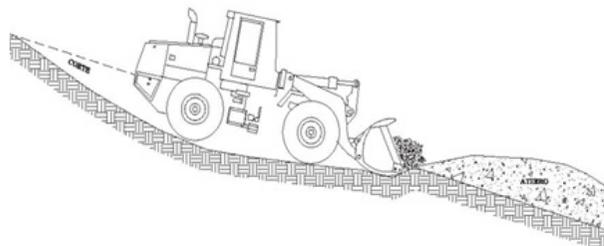


Figura 52 Pá carregadeira preparando a bacia de retenção.



Figura 55 Bacia de retenção após o término da construção. Fonte: Acra (1984).

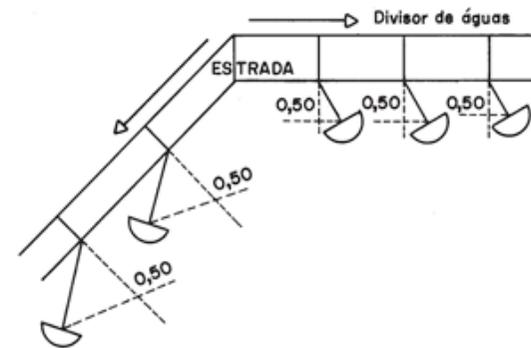


Figura 56 Distribuição de bacias em paralelo.

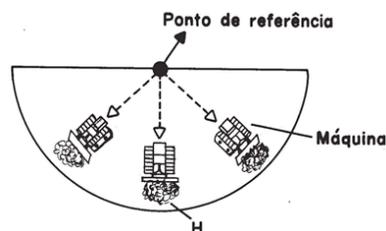


Figura 53 Trabalho da máquina. Fonte: BERTOLONI et al., 1993.

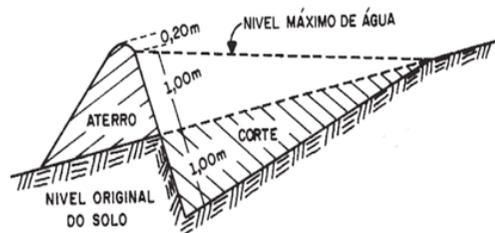


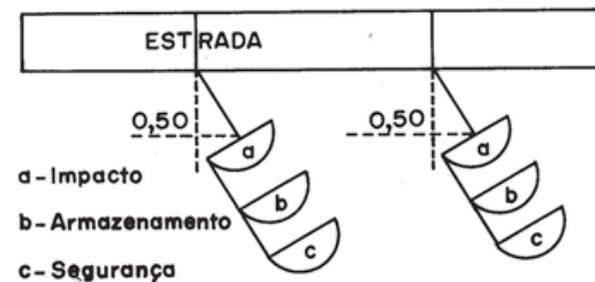
Figura 54 Desenho esquemático apresentando a bacia de captação vista em perfil após sua construção. Fonte: BERTOLONI et al., 1993.

solos muito argilosos, onde ocorre compactação e espelhamento, dificultando a infiltração da água.

### POSICIONAMENTO

As bacias de retenção poderão ser locadas em série ou em paralelo. Em estradas com até 10% de declive, serão utilizadas bacias em paralelo, conforme esquema e foto da Figura 56 respectivamente. Em situações em que as estradas possuem acima de 10% de declive ou em situações especiais, a locação deverá ser em série (Figura 57).

Sempre que possível, as bacias devem ser construídas nos dois lados da estrada. Isso permite que o raio da bacia seja reduzido à metade (Figura 58).



- a - Impacto
- b - Armazenamento
- c - Segurança

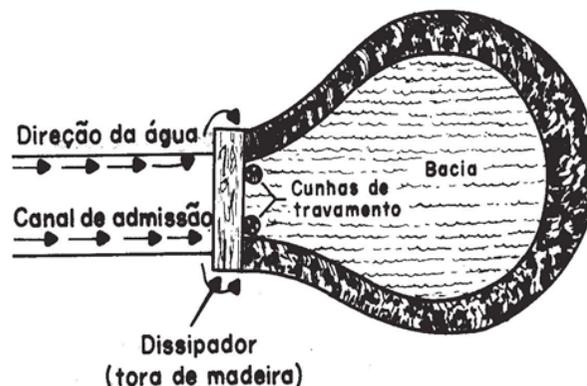
Figura 57 Bacias de retenção em série. Fonte: ACRA, 1984.



**Figura 58** Estrada protegida por bacias de captação de águas pluviais construídas nos dois lados da estrada acopladas a sistema de terraceamento.

Quando o canal de admissão é locado em situação de declive superior a 0,5%, ou quando esse canal é longo, é comum a enxurrada adquirir velocidade alta. Nessa situação, é necessária a colocação de dissipadores de energia (Figura 59). Esses dissipadores podem ser feitos com caixas ou anteparos de concreto e até obstáculos de madeira, pedras soltas ou outros materiais disponíveis.

Para um bom funcionamento do sistema, este deverá ter manutenção periódica, que consiste, principalmente, na remoção dos sedimentos (terra) acumulados e no controle da vegetação de seu talude. O custo de uma bacia não é alto. Uma pá carregadeira com operador



**Figura 59** Dissipador de energia. Fonte: ACRA,1984.

treinado gasta cerca de meia hora de serviço para construir uma bacia de retenção de 10 m de raio.

Alguns extensionistas da CATI/SP relatam gastos de 45 minutos para a construção de bacias de captação com raio de 15 m, usando tratores de esteira. São uma boa opção para as estradas vicinais no âmbito do Programa Juntos pelo Araguaia, no sentido de disciplinar as águas das estradas evitando que enxurradas causem erosão nos terrenos de entorno. A contribuição das mesmas no contexto de abastecimento de lençóis subterrâneos é pequena.

## ANEXO 19

### MANUAL DE IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DA TERRA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS

Este manual visa permitir a adequada identificação das classes de cobertura de terra das áreas prioritárias. Essa identificação, definida para o período de 1985 a 2020, tem como objetivo contribuir para recuperação das áreas prioritárias, indicando, a partir de 1985, as classes de cobertura da terra e suas mudanças ao longo dos últimos 35 anos. Com esse panorama histórico, pretende-se auxiliar na identificação das melhores fitofisionomias a serem recompostas.

#### METODOLOGIA GERAL

Os dados constituirão de mapeamento de uso e cobertura das terras, de imagens de satélite da série Landsat para o período de 1985 a 2020. A identificação deverá ser feita por meio de interpretação visual de pixels Landsat (que podem ser nomeados de pontos) que deverá feita ao longo da série histórica das imagens Landsat. Para tal, será necessário elaborar desenho experimental para sortear os pontos ao longo das áreas prioritárias. Posteriormente, deverá ser feita a interpretação visual da série histórica dos pontos. Se necessário, deverá ser feita Modelagem Espacial a fim de comple-

tar os dados de Sensoriamento Remoto para áreas ocupadas em datas anteriores a 1985. Para finalizar o processo, deverá ser elaborado mapeamento das áreas prioritárias com base nos resultados obtidos.

#### O QUE FAZER

- Definir o desenho experimental para sortear/distribuir os pontos a serem inspecionados;
- Definir as classes a serem mapeadas;
- Fazer inspeção visual dos pontos obtidos no desenho experimental;
- Validação dos dados;
- Modelagem espacial para completar os dados de Sensoriamento Remoto para áreas ocupadas em datas anteriores a 1985.

#### COMO FAZER

O desenho experimental deverá considerar:

1. a quantidade de pixel/pontos, com base na quantidade de pixels Landsat que cobrem as áreas prioritárias;
2. a área de distribuição e os critérios para alocação dos pontos;
3. critério para distribuição dos pontos ao longo da área de sorteio.

A seguir, apresenta-se a sugestão metodológica para realização do desenho experimental.

A quantidade de pontos deve ser definida com base na quantidade de pontos que compõem as áreas prioritárias (população-alvo), estratificados em áreas com alocação não proporcional (área de distribuição de pontos na paisagem). Como área, propõe-se que a mesma seja composta pela junção de 04 cartas do IBGE (escala de 1 : 250.000), as quais foram denominadas neste projeto como “supercartas”. Cada “supercarta” deverá ser estratificada com alocação proporcional em 06 classes de declividade estabelecidas pela Embrapa, uma vez que as mudanças de cobertura e uso da terra apresentam maiores variações em razão das mudanças de relevo. Com a estratificação, espera-se obter maior homogeneidade da cobertura dentro de cada classe de relevo.

A amostra deverá ser dimensionada de forma que as estimativas intervalares de proporções das classes de coberturas sejam obtidas com nível de confiança de 95%, e o erro máximo das estimativas varia de acordo com os diferentes níveis de abrangência geográfica. O menor nível de abrangência com controle de precisão das estimativas considerado é a “supercarta”, com margem de erro máxima de 5%; e, para a totalidade das áreas, com erro máximo de 0,5%. Em cada estrato definido pelas classes

de relevo da “supercarta” será realizada uma amostragem aleatória simples.

Deverá ser feita a correção de Bonferroni considerando-se o número e a variabilidade máxima das classes de cobertura do uso da terra em cada “supercarta”, de forma que a distribuição de pontos contemple proporcionalmente a variação das classes.

A fórmula empregada em cada “supercarta” no cálculo da amostra é dada por

$$n = \max_{p,q} \left( \frac{N \cdot z^2 \cdot p(1-p)}{(N-1)e^2 + z^2 \cdot p(1-p)} \right)$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

N = total de pontos;

z = fator da distribuição normal padronizada correspondente ao nível de confiança ajustado 1- calculado por meio da correção de Bonferroni, sendo e o nível de confiança desejado;

k = número de classes de cobertura e uso da terra;

e = margem de erro máxima;

p a proporção que se deseja estimar.

### DEFINIÇÃO DAS CLASSES A SEREM MAPEADAS

Sugere-se que as classes contempladas sejam todas utilizadas nos mapeamentos do

projeto MapBiomias (MAPBIOMAS, 2019). Esses mapeamentos consistem em série histórica de mapeamentos do uso e cobertura das terras dos biomas brasileiros tendo como base imagens do satélite Landsat; portanto, são compatíveis com a proposta aqui apresentada.

As classes são: Afloramento Rochoso; Apicum; Aquicultura; Áreas Úmidas Naturais Não Florestais; Cultivos Perenes; Culturas Anuais; Cultivos Semi-perenes (cana-de-açúcar); Desmatamento; Formação Campestre (sem traços de manejo); Formação Florestal; Formação Savânica; Infraestrutura Urbana; Mangue; Mineração; Mosaico de Ocupação; Não Observado; Outras Formações Não Florestais; Outras Áreas não Vegetadas; Pastagem Cultivada; Pastagem Natural (com traços de manejo); Praias e Dunas; Regeneração; Rio, Lago e Oceano; Silvicultura.

### INSPEÇÃO VISUAL

Para a inspeção visual dos pontos, propõem-se o uso da Ferramenta *Temporal Visual Inspection* (TVI) (NOGUEIRA et al., 2017) ou plataforma semelhante. Em específico, a ferramenta TVI caracteriza-se por ser de código aberto, com o propósito de otimizar a inspeção de pontos em imagens Landsat, além de

prover subsídios que facilitam e dinamizam o processo de interpretação de séries históricas de imagens de satélite.

### TREINAMENTO PARA INSPEÇÃO DE PONTOS

A equipe deverá ser composta por 04 analistas. O treinamento deverá ocorrer em três etapas. Na primeira, os analistas passarão por conhecimentos socioeconômicos e geográficos da bacia hidrográfica. Posteriormente, cada analista receberá cerca de 50 pontos para serem inspecionados. Na segunda etapa, o treinamento deverá ser feito com a presença de especialista em interpretação visual das fitofisionomias e usos do bioma Cerrado. Nessa etapa, os analistas passarão por outra fase de conhecimento do bioma e das classes e, ainda, deverão tirar dúvidas sobre os pontos inspecionados. Na terceira etapa, o especialista do bioma, juntamente com os analistas, deverá criar os critérios (chave de interpretação) a fim de auxiliar no processo de interpretação.

Cada ponto deverá ter 03 análises independentes. Para consolidar, a classe deverá ter o mínimo de duas classificações iguais. Quando ocorrerem 03 análises diferentes, um quarto analista (mais experiente) fará a interpretação do ponto para consolidá-lo.

## VALIDAÇÃO DOS DADOS AMOSTRAIS

Devido à resolução espacial das imagens Landsat, pode haver necessidade do uso de imagens de alta resolução para auxiliar no processo de validação. Outro dado relevante a ser considerado conjuntamente é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Podem ainda ser utilizadas imagens de alta resolução, a serem compradas para diversas demandas do Programa. Entre elas, as imagens dos satélites *Planet* e *World View*.

As imagens *Planet* contêm 04 bandas espectrais e resolução radiométrica de 12 bits, são ortorretificadas e possuem 3 metros de resolução espacial, o que permite obter imagens atuais de grandes áreas com alto padrão de qualidade e precisão planimétrica (SANTIAGO & CINTRA, 2020).

As imagens *World View* possuem resolução espacial mínima de 0,50 cm e possuem resolução radiométrica de 11 bits. O satélite também produz dados para estereoscopia (ENGESAT, 2020).

Outras possibilidades de uso são de imagens *RapidEye* e *Sentinel 2*. Essas são disponíveis gratuitamente para os anos de 2013 e 2017 respectivamente. A resolução espacial das

imagens *RapidEye* é de 6.5 m .10 m, e a resolução espectral é de 12 bits (EMBRAPA, 2013).

Para os mapeamentos detalhados e para o desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas (SIG) que estão sendo propostos neste Projeto Executivo, requer o uso de imagens de alta resolução. As imagens mencionadas anteriormente são as possibilidades para validação dos pontos propostos.

## MODELAGEM ESPACIAL PARA COMPLEMENTAR OS DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ÁREAS OCUPADAS EM DATA ANTERIOR A 1985

Embora os dados de Sensoriamento Remoto, a serem utilizados nesta programa, possuam abrangência significativa, com recorte temporal maior que 30 anos, ao longo das áreas prioritárias pode haver áreas com uso antrópico anterior a 1985. Devido à relevância de identificar a cobertura original dessas áreas, ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) podem auxiliar na identificação da cobertura original da terra. Os SIGs possibilitam gerar análises espaciais, manter relações topológicas, armazenar, recuperar, buscar e gerenciar banco de dados georreferenciados, gerar modelagem de dados entre outros (CÂMARA & MONTEIRO, 2008; CORVALAN, 2009; FERREIRA, 2009).

Entre as possibilidades de sistemas para elaboração de modelagem de dados, referente aos usos e coberturas das terras, propõe-se o uso de sistemas nos quais sejam possíveis gerar *Mapa de Probabilidade de Ocorrência*. Esses sistemas são conhecidos como Modelagens de Distribuição e têm sido utilizados para estudos de biogeografia, ecologia, conservação, etc. Entre os mais utilizados nesta perspectiva, tem-se o *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (GARP), (PETERSON & VIEGLAIS 2001; ORTEGA-HUERTA & PETERSON 2004, GAUBERT et al., 2006).

Para a presente metodologia propõe-se o uso do algoritmo de Máxima Entropia (Maxent). Assim como o GARP, o Maxent também se destaca em diversos estudos ambientais relativos à distribuição espacial (PHILLIPS et al, 2006; IWASHITA, 2008). Dentre os estudos semelhantes ao Projeto Executivo ora apresentado, destaca-se a Modelagem de distribuição potencial de espécies pioneiras no estado de Minas Gerais (COELHO et al., 2015) e o trabalho intitulado *Modelos de distribuição geográfica potencial: aplicação com plantas ameaçadas de extinção da floresta atlântica* (KAMINO, 2009).

Para realizar a modelagem, é necessário o uso de dados relativos aos fatores que contribuem

para o estabelecimento das espécies ao longo das áreas prioritárias. Dessa forma, os dados do meio físico, detalhado conforme é proposto neste Projeto Executivo, são fundamentais para a obtenção do mapa de ocorrência das fitofisionomias. Os dados propostos neste Projeto Executivo são:

- **Geologia:** Será levantada a formação geológica (corpo com geometria definida espacial, temporal e paleoambiental, possível de mapeamento em escala deste trabalho, 1 : 10.000 / 1 : 20.000), estruturas lineares e planares.
- **Geomorfologia:** o levantamento de dados inerentes aos elementos geomorfológicos se dará na área total de abrangência estimada em 2.766.590 hectares. A escala proposta é de 1 : 50.000; e, em áreas prioritárias, em escala de detalhe de 1 : 20.000 / 1 : 10.000.
- **Hidrogeologia:** o levantamento de dados inerentes aos elementos hidrogeológicos ocorrerá na área total de abrangência estimada em 2.766.590 hectares. Na área de abrangência, propõe-se mapeamento na escala de 1 : 50.000 e em áreas prioritárias em escala de detalhe de 1 : 20.000 / 1 : 10.000.
- **Pedologia:** o levantamento de dados inerentes aos elementos pedológicos ocorre-

rá na área total de abrangência estimada em 2.766.590 hectares. Na área de abrangência, uma cartografia em escala de 1 : 50.000; e, em áreas prioritárias, em escala de detalhe de 1 : 20.000 / 1 : 10.000.

- **Uso e cobertura das terras:** Propõe-se o uso dos mapeamentos gerados pelo projeto Mapbiomas. Embora esses mapeamentos sejam na escala de 1 : 150.000 a consistência e abrangência espacial serão relevantes para a modelagem. Os dados mapeados pelo Mapbiomas estão disponibilizados em formato shapefile e são de fácil acesso.

Outras variáveis como clima poderão ser inseridas no sistema de modelagem proposto neste Projeto Executivo, caso seja detectada a necessidade no ato de inserção de variáveis no SIG. Os dados serão gerados no Projeto Executivo; posteriormente, serão analisados e organizados em banco de dados. Em seguida, será feita a escolha do algoritmo e gerado o mapa de distribuição de fitofisionomias. A modelagem será produto do SIG Araguaia, que também está sendo proposto no Projeto Executivo. Na etapa de validação, propõem-se dados obtidos com os voos de drones, e análise da equipe responsável pela recomposição da vegetação nativa e conservação de solo e água.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Consolidação de desenho experimental e metodologia para análise espaçotemporal ao longo das áreas prioritárias.
- Geração de base de informações tanto para elaboração de mapeamento histórico como para validação de dados de mapeamento.
- Elaboração de dados e mapeamentos que auxiliem na recomposição de vegetação natural ao longo das áreas prioritárias.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. P.; MARTINEZ-MEYER, E. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. **Biological conservation**, v. 116, p.167-179, 2004.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf> > Acesso em: 25 jun. 2020.
- COELHO, G. L. N. C.; TAVARES, L. M.; CARVALHO, N. S. Uso de Maxent e Garp para modelagem de distribuição potencial espécies pioneiras no estado de Minas Gerais. In: **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento**

- Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0800.pdf>>. Acesso em: 12 jun.2020.
- CORVALÁN, Susana Belén. **Zoneamento ambiental da APA Corumbataí (SP) de acordo com critérios de vulnerabilidade ambiental.** 2009. 166 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102947>>.
- EMBRAPA Monitoramento por Satélite. **Satélites de Monitoramento.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- ENGESAT. **Word View 2.** Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/world-view-2/>>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- FERREIRA, M. E. **Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás. Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais, 2009.
- GAUBERT P.; PAPES, M.; PETERSON, A. T. Natural history collections and the conservation of poorly known taxa: Ecological niche modeling in central African rainforest genets (*Genetta* spp.). **Biological Conservation**, v. 130, p.106 –117, 2006.
- IWASHITA, F. **Sensibilidade de modelos de distribuição de espécies a erros de posicionamento de dados de coleta.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.
- MAPBIOMAS: **Conheça o Mapbiomas.** Disponível em: <<http://mapbiomas.org/pages/about/about>>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- NASA. The Landsat Program. **Landsat Science.** 2018. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: 10 maio 2020.
- NOGUEIRA, S. M; PARENTE, L. L.; FERREIRA, L. G. Temporal Visual Inspection: uma ferramenta destinada à inspeção visual de pontos Em Séries Históricas de Imagens de Sensoriamento Remoto. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva 6 a 9 de novembro de 2017, SBC, Rio de Janeiro - RJ**, p. 624-628.
- KAMIMO, L. H. Y. **Modelos de distribuição geográfica potencial: aplicação com plantas ameaçadas de extinção da Floresta Atlântica.** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas, 2009.
- KHATAMI, R.; G. MOUNTRAKIS; STEHMAN, S. V., 2016. A meta-analysis of remote sensing research on supervised pixel-based land-cover image classification processes: General guidelines for practitioners and future research. **Remote Sensing of Environment**, v. 177, p. 89-100.
- ORTEGA-HUERTA, M. A.; PETERSON A. T. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 39-54, 2004.
- PETERSON, A. T; VIEGLAIS, D. A. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. **Bioscience**, v. 51 , n.º 5, p. 363-371, 2001.
- PHILIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p 231-259, 2006.
- RODRIGUES, E. S. **Teoria da Informação e Adaptatividade na Modelagem de Distribuição de Espécies.** Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.
- SANTIAGO & CINTRA. **IMAGENS PLANET.** Disponível em: <<https://www.scon.com.br/>>

produtos/imagens-planet/#:~:text=As%20  
imagens%20Planet%20s%C3%A3o%20  
obtidas,imagens%20atuais%20de%20gran-  
des%20%C3%A1reas>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

TOWNSHED, J. R.; MASEK, J. G.; HUANG, C.;  
VERMOTE, E. F.; GAO, F. ; CHANNAN, S.;  
SEXTON, J. O.; FENG, M.; NARASIMHAN,  
R.; KIM, D.; SONG, K.; SONG, D.; SONG, P.;  
NOOJIPADY, P.; TAN, N.; HANSEN, M.; LI,  
M.; WOLFE, R. E., 2012. Global characteri-  
zation and monitoring of forest cover using  
Landsat data: opportunities and challen-  
ges. **International Journal of Digital Earth**.  
v. 5, n. 5, p. 373-397.

## ANEXO 20

### MANUAL DE PEDOLOGIA

#### METODOLOGIA GERAL

O princípio fundamental de um levantamento de solos começa, necessariamente, pelo seu planejamento. Considerando-se o Centro-Oeste, em específico o estado de Goiás-GO, uma região pobre, com a maior parte de seu território dispendo apenas de informações generalizadas sobre seus solos, a observação de alguns detalhes pode fazer a diferença na eficiência/eficácia do Programa Juntos pelo Araguaia.

Sendo uma classificação do tipo aberta, significa que, novas categorias podem ser incluídas, caso seja necessário em função das características de determinada região.

O projeto Juntos pelo Araguaia, um trabalho solicitado para fornecer as diretrizes de recuperação de solo e água e revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia (BHRA), apresenta demanda singular.

Logo, o levantamento deverá estar na categoria dos detalhados, com mapas e perfis pedológicos e geotécnicos em escalas grandes, contemplando um número considerável de

amostras e com elaboração de determinações analíticas específicas, direcionadas à demanda do Programa, como por exemplo: densidades, macro e micro porosidade, permeabilidade, curvas de retenção hídrica, água disponível, presença de impedimentos físicos a livre drenagem, profundidade dos solos e outras, além da caracterização analítica de rotina.

O local na paisagem onde se proceder aos exames e às coletas de amostras durante os trabalhos de campo do Programa vai compor perfis morfopedogenéticos integrados às demais informações (geologia, pendente, geomorfologia, tectônica, hidrografia, etc.) a princípio acompanha a dinâmica da paisagem do início da vertente (umbral de funcionamento – início dos processos aureolares) até o fundo de vale (umbral de parada – início dos processos lineares), varia de acordo com as finalidades do exame, que podem ser diversas: identificação e caracterização de unidades de mapeamento para elaboração de mapas, estudo de unidades taxonômicas, estudo da gênese do solo, estudo de problemas específicos em determinadas áreas (manejo, fertilidade, trabalhos de engenharia, etc.).

Deve-se buscar um local onde o perfil esteja o mais completo possível, contendo toda a se-

quência de horizontes e/ou camadas e principalmente o horizonte A. Necessário também observar se a parte superficial do local se encontra recoberta por material estranho (entulhos, etc.), ou se o solo se encontra decapitado.

Normalmente, para descrições e coleta de amostras, é preferível a abertura de trincheiras, com dimensões adequadas e profundidade suficiente, atingindo, sempre que possível, o material originário.

Nesse caso, deve-se tomar precaução para obter, pelo menos, uma face vertical que seja lisa e bem iluminada, a fim de exibir claramente o perfil. A superfície do terreno não deve ser alterada.

**Fotointerpretação:** esta atividade consiste na análise interpretativa de fotografias aéreas e utilização de tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) de imagens de satélite (por ex. Land Sat ETM+, SRTM (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) e o sistema ativo SIR-C/X-SAR (*Spaceborn Imaging Radar C-band/X-band Synthetic Aperture Radar*, entre outros) para obtenção de dados a respeito de formas; litologias, estruturas e texturas; áreas agradacionais/degradacionais; tectônica (falhas, dobras,

fraturas, xistosidades); pendentes regionais; zonas de recarga hídrica; zonas de surgência hídrica; cartografia de síntese geomorfológica.

### O QUE FAZER

- Mapa de solo;
- Topografia e relevo;
- Hidrologia e hidrogeologia;
- Mapas geomorfológicos regionais;
- Dinâmica geomorfológica da região;
- Mapas tectônicos;
- Mapas de zoneamento de estruturas instáveis;
- Mapas de zoneamento de estruturas estáveis;
- Mapas de unidades fluviais (calha, bancos arenosos, lagos, lagos associados ao canal principal, paleocanais, planície de inundações, terraços fluviais...);
- Processos erosivos associados a malha viária;
- Densidade de estradas por km<sup>2</sup>;
- Sismicidade e outros riscos geomorfológicos;
- Histórico de cheia/seca.

### COMO FAZER

Importante elaborar uma sequência descritiva que sirva de guia para o técnico no campo quanto ao levantamento do perfil. Vejamos

o que indica o *Manual Técnico de Pedologia*, IBGE (2007):

- Limpar e regularizar a parte do perfil a ser examinada. Essa regularização deve proporcionar o realce dos contrastes entre os diversos horizontes e possibilitar a tomada de fotografias.
- Proceder à separação dos horizontes e/ou camadas do perfil.
- Proceder à descrição da morfologia e das características físicas dos horizontes e/ou camadas (espessura, cor, textura, estrutura, etc.).
- Identificar os horizontes e /ou camadas e fazer a classificação do solo.
- Proceder à coleta das amostras dos horizontes e/ou camadas.
- Transcrever os dados para fichas apropriadas, conforme modelo constante do Apêndice 8 do *Manual Técnico*, IBGE (2007). Melhor que sejam feitas adaptações conforme melhor atenderem ao Programa;
- Relacionar os tipos de análises necessários e eventuais características que necessitem ser melhor definidas em laboratório.

Uma vez descrito o perfil de solo, proceder à coleta de amostras dos horizontes ou camadas de perfis, que deverão ser acomodadas em recipientes apropriados (sacos plásticos, etc.) e

enviadas ao laboratório para serem submetidas a análises, no menor espaço de tempo possível, visando a evitar alterações indesejáveis de características das mesmas. Importante enviar também para o laboratório a relação de todas as amostras coletadas, com especificação dos tipos de análises a serem realizadas e a descrição morfológica completa dos perfis de solos.

- Utilizar anéis volumétricos, do tipo Kopecky, de 50 cm<sup>3</sup> ou similar, ou, também, extratores de solo, de modo a obter amostras com o mínimo de deformação da estrutura. Essa coleta se destina, principalmente, às determinações das densidades do solo, da condutividade hidráulica e das constantes hídricas.
- Coletar amostras em todos os horizontes ou camadas de interesse, sendo mais aconselhável que, para cada horizonte ou camada, sejam coletadas duas amostras, que devem ser acondicionadas em recipientes apropriados, isolando-as do ar com fita adesiva. Registrar a profundidade de coleta.
- Quando não for possível utilizar os anéis ou extratores, coletar torrões, acondicionando-os também em recipientes apropriados, junto com um pouco de amostra do horizonte.
- A identificação das amostras deve ser feita preferencialmente com utilização de etiquetas, que deverão conter basicamente:

Designação do Projeto (sigla), Identificação do(s) coletor(es) – após a designação do Projeto, Número da amostra – deve ser sequencial (1 a n) por Projeto e é posicionado após a(s) sigla(s) do(s) coletor(es). Esse número corresponde ao horizonte ou à camada objeto da coleta. Exemplo: PGC/AS/JS/005, sendo: Projeto: PGC - Programa Grande Carajás Coletores: AS - Antônio Silva JS - José Santos Número da amostra: 005.

- Número do Perfil, Amostra Extra ou Amostra de Fertilidade – deve ser sequencial (1 a n) por projeto e por tipo de amostragem.
- Classificação: poderá ser expressa de forma abreviada, contendo apenas a denominação do solo (sigla), seguida de sua textura. A ratificação ou retificação da classificação dependerá da interpretação das determinações analíticas.
- Horizonte/Camada: deve constar o símbolo do horizonte ou da camada, seguido da profundidade (cm) em que foi efetuada a amostragem.
- Deve-se, ao final, registrar a data em que a coleta foi efetuada.
- Sempre que se julgar necessário, proceder a amostragens de rochas representativas e importantes como fonte de material originário dos solos. Os exemplares coletados deverão ter aproximadamente 10 x 10 x 10 cm

ou 10 x 10 x 5 cm. A rocha deve ser a menos alterada possível. Cada exemplar coletado deverá ser devidamente identificado.

- Recomenda-se registrar os seguintes dados, quando da coleta de rochas:
  - Instituição ou Projeto;
  - Amostra de rocha n.º;
  - Localização, município, estado e coordenadas;
  - Solo (classificação do solo próximo à coleta);
  - Coletor.

Observações: Especificar se o material coletado é dominante no embasamento, se é o possível material de origem do perfil coletado, se ocorre sob a forma de intrusões, dique, *sill*, etc., se é coletado em afloramento, além de mencionar a situação local onde foi coletado (margem de rio, pé de serra, área de lavoura, pecuária, etc.).

### RESULTADOS ESPERADOS

- Reconhecimento de solos e rochas presentes na região.
- Falhas e estruturas.
- Dados hidrogeológicos e drenagem.
- Geomorfologia, estabilidade de taludes, subsidências, afundamentos, regiões de inundações, etc.
- Problemas geoambientais.

- Vias de acesso e possibilidades de investigações *in situ*.
- Perfis topográficos/geomorfológicos.
- Levantamento do embasamento geológico para cada unidade geomorfológica.
- Padrões de vertentes.
- Relações morfogênicas/pedogenéticas.

### REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. **Formas do Relevo**. São Paulo: Edart, 1975.
- ALMEIDA, L. de et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás, 2006.
- ATLAS Geoambiental das Nascentes do Rio Araguaia e Araguainha. Condicionantes dos processos erosivos lineares/organizadores: Selma Simões de Castro, Luciano de Sousa Xavier, Maria Gonçalves da Silva Barbalho, - Goiânia: Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos hídricos de Goiás, 2004. 75 p.:il.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia; Divisão de Geologia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995.

- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Geologia de Engenharia. Ensaios de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim nº 4**, 3. ed. São Paulo, 1996.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. O canal fluvial. v. I. São Paulo: Edgar Blücher, 1981.
- DOCUMENTOS 207. **Recomendações práticas para levantamentos de reconhecimento a detalhado de solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, novembro/2019.
- EMATER – Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária. **Classes de solos dos municípios goianos – 2016**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal. GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria de Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015a.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia**: guia prático de campo. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015b. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95015.pdf>>.
- IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos
- IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales**: las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.
- LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/METAGO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.
- LATRUBESSE, E. M. 2003. The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems. In: **3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology**, 193-212.
- LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.
- MAMEDE, L. et al. Geomorfologia. In: Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE.22** - Goiânia. Rio de Janeiro (Levantamento de Recursos Naturais, 31). 1983.
- em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5)
- MANUAL TÉCNICO DE PEDOLOGIA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, **Manuais Técnicos em Geociências número 4**, 2. ed., 2007.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Editores). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1988.
- OLIVEIRA, L. A. Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás: Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Composição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, **Instituto de Geociências**, Brasília – DF, 2009.

SANTOS, A. R. **Geologia de Engenharia: Conceitos, Métodos e Prática.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.

SECRETARIA de Transporte, SP, Diretoria de Engenharia. **Estudos geológicos.** São Paulo: Departamento de Estrada de Rodagem, 2006.

TOGNON, A. A. **Glossário de termos técnicos de Geologia de Engenharia.** ABGE, 1985.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Vermelho, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 6, 23 out. 2015.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the... **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.

VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and

Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil.

**Quaternary Science Reviews** (in press).

VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia**. v. 19, 1996.

## ANEXO 21

### MANUAL SENSIBILIZAÇÃO, MOBILIZAÇÃO SOCIAL INTEGRADA E ENGAJAMENTO DE PRODUTORES RURAIS

#### METODOLOGIA GERAL

A definição de estratégias para projetos de sensibilização e mobilização social é um obstáculo que precisa ser trabalhado e superado, sobretudo, em momento como o presente, tanto no Brasil quanto no planeta, em que grande parte da humanidade está imersa em cenários de crescente individualismo e inseguranças quanto aos aspectos mais básicos da vida em sociedade, também, em razão da pandemia do Covid-19.

Quando é abordado o aspecto da comunicação com essa finalidade, é perceptível a tentativa de se construir padrões de estratégias de atuação que sejam factíveis e que tenham comprovação de sua eficiência na execução da mobilização social dos projetos e que criem as condições para sensibilizar e criar engajamento das comunidades, pelo maior tempo que lhes for possível.

A existência e o fortalecimento dos movimentos sociais e a necessidade cada vez maior de

mobilizar os atores das comunidades na busca das resoluções dos conflitos e dilemas postos para o momento presente promove a criação de novas proposições de paradigmas de estratégias comunicativas para a mobilização socioambiental que sejam mais adequados e condizentes com um processo que pretenda ser democrático e que tenha a proposição de ser também inclusivo, e assim estabelecer uma corresponsabilidade nas soluções dos problemas dentro das comunidades e, simultaneamente, na construção de processos participativos.

A sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais com vista à implantação do Programa Juntos pelo Araguaia propõe considerar os aspectos e aprendizados de diversas áreas visando abranger de forma ampla o maior número de possibilidades, para, de forma efetiva, conscientizar a população das regiões beneficiadas. Para isso, este documento pretende propor linhas de atuação que possam criar processos de engajamento social que possibilitem e favoreçam as necessárias intervenções nas propriedades rurais e suas manutenções ao longo do tempo, criando um imaginário criativo e convocante na região da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia para a agenda de revitalização

de bacia hidrográfica e suas ações correlatas: conservação de água e solo, recuperação de áreas degradadas e aumento da disponibilidade hídrica para a produção de alimentos e abastecimento público.

Para tanto, é preciso observar que processos de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais devem, de início, desenvolver a observação crítica do território, à luz de uma gestão integrada, despertando reflexões essenciais para a população beneficiada por ações que objetivem à recuperação ambiental em um determinado território, tendo em vista que a cultura determina um território e o seu uso. As reflexões precisam estar em sintonia com os desejos das pessoas em participar ativamente de um processo de mudança de comportamentos e paradigmas.

O processo de engajamento social para o Juntos pelo Araguaia prevê e propõe um equilíbrio entre os valores ecológicos, econômicos e sociais associados às práticas de recomposição da vegetação e à conservação de solo e água, para a revitalização da bacia hidrográfica.

O que se pretende é superar a noção estrita e comum de aplicação de técnicas de restau-

ração e desenvolver arranjos socioprodutivos vinculados aos processos de recuperação ambiental, de tal forma que o Juntos pelo Araguaia possa gerar uma adequada governança da paisagem, tendo em vista que as relações das pessoas com a natureza é externalizada pela cultura: sentidos, significados e interesses que condicionam a intervenção humana nos ecossistemas, dado que esses mesmos ecossistemas fornecem um senso de lugar para comunidades rurais. Assim sendo, o envolvimento das populações ao longo da Bacia do Alto Rio Araguaia para a restauração do capital natural vai gerar novos valores e, assim, novos comportamentos na bacia. Portanto, os processos de sensibilização, mobilização socioambiental integrada e engajamento dos produtores e cidadãos devem ser a estratégia fundante e central para a ação na bacia.

A mobilização social visa essa organização, promovendo a inclusão dos mais diferentes segmentos na vida social e política do território e a sua organização no processo de desenvolvimento local. Assim, a mobilização é um instrumento imprescindível para fomentar ou desencadear a participação. É composta por estratégias de abordagem, e a comunicação configura-se como um ato de troca de informações. Segundo Alves, a mobilização é a

ação inicial de um processo participativo [...] o primeiro passo de toda ação essencialmente política e coletiva, é o alerta, o despertar para uma tomada de posição no contexto social, a etapa inicial no processo de engajamento político (2008, p. 58). A mobilização no campo social possui a capacidade de potencializar a sensibilização, o desejo e a motivação para uma participação qualificada. Assim, contribui para o processo sociopolítico de criação e reprodução da realidade, isto é, possibilita agir para construir e efetivar o novo.

Para Toro, a mobilização também propicia a transformação do desejo e da consciência “em disposição para ação e na própria ação” (1996, p. 67). Isso significa que o ato de se inserir, de participar, de se engajar é intrínseco à ação da mobilização, efetivando-se processualmente, acontecendo quando uma comunidade ou um grupo de pessoas age coletivamente em prol de objetivos e interesses comuns, buscando decisões que favoreçam a vontade de todos.

Toro e Werneck têm realizado reflexões acerca desse processo social e explanam que “Toda mobilização é mobilização para alguma coisa, para alcançar um objetivo pré-definido, um propósito comum, por isso é um ato de razão. Pressupõe uma convicção coletiva da relevân-

cia, um sentido de público, daquilo que convém a todos. Para que ela seja útil a uma sociedade, ela tem que estar orientada para a construção de um projeto de futuro. A mobilização requer uma dedicação contínua e produz resultados quotidianamente” (1996, p. 11). A mobilização constitui-se como processo constante de estar disposto a atuar, intervir, participar nas temáticas referentes à vida dos cidadãos para qualificar as políticas sociais e públicas das quais são sujeitos e das quais são alvo.

Enfim, é a contínua disposição para a mobilidade, para a mudança. De modo geral, o processo de mobilização social, estabelece redes, seja de pessoas, organizações, movimentos, instituições que se engajam em prol de objetivos. Essas ações coletivas são precursoras de relações que se travam e originam em uma sociedade de diversos contextos, histórias e interesses. De tal modo, a ideia de participação impõe a presença no interior do aparato estatal dos vários segmentos sociais, de modo a tornar visível a diversidade e muitas vezes as contradições de interesses e projetos. Assim, a participação da sociedade pode ser compreendida como um processo que visa estimular e contribuir com as pessoas e grupos sociais no sentido de entenderem as problemáticas existentes e ao mesmo tempo desenvolverem o senso de responsabi-

lidade e de urgência com relação aos problemas sociais, assegurando a ação apropriada e a tomada de decisão para solucioná-los, como medida da melhoria das condições de cada município (PORTO, 1996) abrangido pelo Programa Juntos pelo Araguaia.

### O QUE FAZER

O Programa Juntos pelo Araguaia propõe a recuperação de áreas degradadas e áreas prioritárias visando à ampliação da oferta de água com qualidade na Bacia do Alto Rio Araguaia. Para que essa mensagem seja entendida e conte com a adesão e colaboração dos produtores rurais, foco específico dessa transferência de metodologia, é preciso um trabalho estratégico que agrupe ideias de diferentes matrizes de pensamento, mas que sejam transformadas em ações de comunicação e educação ambiental.

As referências teóricas de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais remetem à aplicação de conhecimentos de diversas áreas de estudos distintas. As referências teóricas de metodologia para o Programa Juntos pelo Araguaia vão considerar os autores que tratam as comunidades rurais e os processos de comunicação e educação ambiental como ferramentas de sensibilização, mobilização social integrada e

engajamento de produtores rurais. Para tanto, os sistemas sócio-ecológicos da bacia devem ser observados e trabalhados combinando-se fontes formais e informais de geração e difusão de informação e sua transformação em conhecimento, apoiando o capital humano na região do Alto Rio Araguaia, por meio de mapeamento participativo das intervenções a serem feitas, identificando as partes interessadas e trabalhar em estreita colaboração e flexibilidade com elas, afinal, redes fortes e projetos que são flexíveis tendem a reduzir as vulnerabilidades e os riscos, ampliando a resiliência das iniciativas nos territórios.

O estabelecimento de uma visão compartilhada sobre o processo de sensibilização, mobilização e engajamento social deve combinar meios de subsistência e manejo de ecossistemas, garantindo que os benefícios sejam percebidos, compreendidos e internalizados pelas partes interessadas. Neste contexto, é fundamental que os produtores e proprietários rurais possam compartilhar para si e para os outros os benefícios tangíveis em curto, médio e longo prazos; e, para tanto, é necessário que os profissionais e técnicos encarregados pela execução do programa tenham experiência de campo, com interações participativas e de mediação de conflitos, sobretudo, entre conser-

vação/recuperação e atividades de produção no meio rural.

O Programa Juntos pelo Araguaia deve desenvolver ações estratégicas para estimular a participação ativa dos atores sociais na bacia hidrográfica, tendo o produtor rural como epicentro para as intervenções que serão executadas nas propriedades rurais. Essa centralidade no produtor rural e nas lideranças sociais locais promoverá a necessária transformação para o cogerenciamento e autogerenciamento das mudanças nos territórios, valorizando conhecimentos e iniciativas já existentes e possibilitando a definição de objetivos comuns e ações integradas e cooperadas. O *Traditional Ecological Knowledge* (TEK) liga os processos ecológicos e sociais, catalisa a gestão da sustentabilidade e fornece um sistema de valor para o capital natural que as sociedades tradicionais entendem e apreciam, incluindo a seleção participativa de espécies florestais utilizadas em processos de restauração (RAMAKRISHNAN, 2007).

Inicialmente, propõe-se delimitar o território de aplicação para a metodologia e a compreensão teórica de comunidade. Para isso, vamos considerar a visão do sociólogo polonês Zygmunt Bauman, que enxerga a comunidade como um lugar de pertencimento, o lugar

da segurança e do aconchego, onde as pessoas podem estar próximas de semelhantes, com os quais possuem um laço de identidade (BAUMAN, 2003). Enquanto Robert Alexander Nisbet, sociólogo americano, reconhece que a comunidade é vista como sendo composta pelos habitantes de um território delimitado, que criam as suas condições de produção e de reprodução de modo coletivo e possuem problemas comuns que não podem ser individualmente resolvidos (NISBET, 1977; PAIVA, 2003).

É justamente a busca das soluções em conjunto com a coletividade que provoca e dá significado aos processos de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais. Toro (apud FONSECA & COSTA, 1996) amplia este conceito quando diz que mobilizar é convocar vontades para um propósito determinado, para uma mudança na realidade. Fonseca & Costa então define que a mudança se faz necessária porque existem problemas que estão impedindo um bom funcionamento da sociedade e entende que mobilizar, portanto, é convocar essas vontades de pessoas para que as coisas funcionem bem e para todos.

Henriques reitera a questão da ação coletiva para a solução de problemas comuns a todos como aspecto importante para processos de

sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais. Ele compreende a mobilização social como a reunião de sujeitos que pretendem resolver problemas e transformar uma dada realidade, em relação a uma causa que possa ser considerada de interesse público. (HENRIQUES, 2004).

A comunhão de propósito e ação, para Fonseca & Costa, é fundamental no processo de mobilização co-participativa. Para isso, é importante que o problema seja identificado e dividido com a comunidade, provocando assim o sentimento de corresponsabilidade nos atores sociais e a motivação para que eles atuem conjuntamente na busca pela solução. Fonseca & Costa, porém, destacam que isso não quer dizer que o Estado não deve ser considerado no processo; mas significa que a sociedade produza novas formas de interagir e se relacionar com os processos de solução das questões que estão postas como obstáculos para alcançar o desenvolvimento socioambiental sustentável e que o Estado não tem condições de resolver sem o envolvimento de todos.

Trata-se, assim, no Juntos pelo Araguaia, da estruturação de um projeto que seja construído junto com a comunidade e que tenha a proposta de ser multidirecional, participati-

vo, convocante e democrático, com o objetivo de minimizar a imobilidade dos cidadãos na região da bacia hidrográfica, trazendo os problemas reais da bacia para a circulação na sociedade, para o que é essencial estabelecer estratégias comunicativas.

É necessário disponibilizar informação para que as pessoas se mobilizem; porém, além disso, elas precisam compartilhar um imaginário, emoções e conhecimentos sobre a realidade das coisas à sua volta, gerando a reflexão e debate. Para Telles (1999), se o espaço público constrói um mundo comum entre os homens, esse mundo tem que ser pensado não apenas como aquilo que é comum, mas como aquilo que é comunicável e que, portanto, se diferencia das experiências estritamente subjetivas e pessoais que podem ter validade na dimensão privada da vida social. A filósofa alemã, Hannah Arendt muito bem definiu a importância do diálogo: “Pois o mundo não é humano por ter sido feito pelos homens e tampouco se torna humano porque a voz humana nele ressoa, mas somente quando se torna objeto de diálogo”.

A presente metodologia de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais considera que é indispensá-

vel que esse processo seja construído com a comunidade em um ambiente de cooperação. Para Habermas, a constituição de redes de colaboração depende da geração de vínculos entre os sujeitos e destes com a causa defendida e com os projetos de mobilização, o que configura, na realidade, um encadeamento de intervenções comunicativas de caráter estratégico que constitua o que podemos denominar ambiente de cooperação (HABERMAS, 1989). Podemos defini-lo como sendo aquele em que se criam as condições favoráveis para que os sujeitos possam agir orientados para o entendimento mútuo.

Tacussel afirma que, para que pessoas se mobilizem e tomem uma decisão de se engajarem em algum movimento, é preciso não só que essas pessoas tenham carências e problemas em comum, mas que compartilhem valores e visões de mundo semelhantes. Ele afirma que para o sucesso do encadeamento de intervenções comunicativas a mensagem ou significado compartilhado precisa ser apropriada de maneira intersubjetiva, ainda que essa reapropriação seja polêmica e conflituosa”. Tacussel justifica que “cada relação intersubjetiva na comunidade possui suas fronteiras, e as fronteiras do liame comunitário são espaços de confiança além dos quais certas coisas fazem

ou deixam de fazer sentido” (TACUSSEL, 1998).

É preciso observar que na mensagem ou significado, a ideia de ser solidário supera a de participar. Para o sociólogo Herbert de Souza (apud FRANCO, 1995), a “solidariedade é um gesto ético, de alguém que quer acabar com uma situação e não mais perpetuá-la”; e assistencialismo segue na contramão disso, sendo a geração de um sentimento de comodidade com práticas de ajudas que não possuem uma frequência. Isso reforça o pensamento de Franco, que ressalta que a solidariedade é praticada no presente e tem como consequência uma ação concreta, cooperativa e colaborativa na tentativa de solucionar o problema de determinadas insuficiências, indo, assim, em direção oposta ao de proposições que visam ao adiamento dessas soluções para um tempo futuro (FRANCO, 1995).

A proposta de comunicação mobilizadora proposta pelo Programa Juntos pelo Araguaia deve ser compreendida como um conjunto de coordenação de ações, e não como um instrumento de controle das ações. O conceito de coordenação de ações corresponde ao formulado por Maturana (1998): “duas pessoas estão conversando quando vemos que o curso de suas interações se constitui num fluir de

coordenações de ações”. Nesse contexto, é possível observar os desdobramentos fundamentais que produzem entre as pessoas a necessidade constante de uma lógica mútua, que determina a aceitação do outro na convivência. Assim sendo, o desafio da coordenação de ações é justamente o de gerar e manter canais desobstruídos para a comunicação, para que os públicos diversos possam interagir entre si e com o movimento, de uma forma que não seja caótica e aleatória. Dessa feita, o planejamento da ação comunicativa deve existir no sentido de permitir a tomada de posições a respeito de questões críticas e estratégicas e de motivar, associar e integrar os diversos públicos através da criação, da manutenção e do fortalecimento dos vínculos de cada público com o Programa Juntos pelo Araguaia.

De outra forma, Ferreira (1987) argumenta sobre a importância de estabelecer um planejamento que afaste a possibilidade de correção da metodologia, para que esse não se transforme num fim em si mesmo e, principalmente, que, dentro da ideia de mobilização social, sem uma centralidade definida, não se obtenha uma visão tecnocrática, “impedindo os que agem de pensar no que fazem, desvinculando os que pensam dos resultados da ação”.

A estratégia de comunicação pensada para o Juntos pelo Araguaia propõe que sejam transcendidos os métodos clássicos de identificação e análise de públicos, considerando as relações sistêmicas que eles estabelecem entre si e com o Programa. Uma vez que os públicos (produtores rurais, lideranças sociais, lideranças políticas, educadores, ambientalistas, entre outros), nesses casos, não possuem unicamente uma existência por si próprios, identificável por sua gênese e localização, mas também – e principalmente – pelos tipos de relacionamentos que configuram os seus vínculos com o Juntos pelo Araguaia, torna-se necessário rastrear os caminhos e circuitos através dos quais a ação comunicativa em movimento proporcionará uma produção de sentido comum para as pessoas no território híbrido da Bacia do Alto Rio Araguaia, em Goiás e em Mato Grosso.

A referência teórica da metodologia para sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais para o Programa Juntos pelo Araguaia reconhece que a mobilização social, compreendida pelo ângulo da comunicação, está intrinsecamente envolvida com o estabelecimento de processos comunicativos entre os diversos atores sociais que compartilham determinada causa. E, para

deflagrar esses atos, que podem ser traduzidos como interações e trocas comunicacionais, os sujeitos utilizam os meios, linguagens e instrumentos com os quais convivem na sociedade, posicionados em lugares específicos, carregados de valores e materiais simbólicos que os constituem e constroem sua realidade.

Para o sociólogo espanhol Manuel Castells, a comunicação é um elemento que molda a cultura, porque é através da comunicação que a vida em sociedade se faz possível, nas suas diversas manifestações, constituindo o sistema de valores e de símbolos. E esse sistema de valores e símbolos recebe uma influência do sistema tecnológico: é precisamente devido a sua diversificação, multimodalidade e versatilidade que os novos sistemas de comunicação são capazes de abarcar e integrar todas as formas de expressão, bem como a diversidade de interesses, valores e imaginações, inclusive a expressão de conflitos sociais. (CASTELLS, 1999)

Hall não exclui a autonomia dos sujeitos e sua capacidade de interferir na dinâmica do processo comunicativo. Ele elucida que o âmbito da recepção da mensagem é também, ao mesmo tempo, uma esfera de produção: o discurso, com base nos referenciais de sentido da recepção, é apropriado, reelaborado (ou

decodificado) e novamente transformado em prática discursiva (HALL, 2003). Esse processo também fundamenta a crítica a uma perspectiva informacional da comunicação que busca, na recepção, somente observar os efeitos da mensagem produzida:

Antes que essa mensagem possa ter um ‘efeito’ (qualquer que seja sua definição), satisfaça uma ‘necessidade’ ou tenha um ‘uso’, deve primeiro ser apropriada como um discurso significativo e ser significativamente decodificada. É esse conjunto de significados decodificados que ‘tem um efeito’, influencia, entretém, instrui ou persuade, com consequências perceptivas, cognitivas, emocionais, ideológicas ou comportamentais muito complexas. (HALL, 2003. p. 390)

Portanto, o grande desafio da comunicação para obter sucesso em um processo de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais é tocar a emoção das pessoas, sem, contudo, manipulá-las; porque, se assim se fizer, ela será autoritária e imposta. Peruzzo observa que esses movimentos implicam o exercício da decisão partilhada e requerem a existência de canais desobstruídos, informações abundantes, autonomia, corresponsabilidade e representatividade (PERUZZO, 1998).

Para o alcance da mensagem ou do significado, deve-se atentar às estratégias que os diversos públicos constroem para a produção de sentido coletiva, ou seja, aos circuitos comunicativos que, para Fonseca se configuram como "caminhos através dos quais o sentido se produz e como tal aparecem como possibilidades dentro de uma rede possível de sentidos" (FONSECA, 1998). Assim ocorre quando a comunicação é capaz de fornecer aos públicos do Programa informações consistentes, que produzam um sentido determinado desses públicos sobre o Programa, sentido esse que os levem a apoiá-lo, legitimá-lo e defendê-lo.

Nesse sentido, recorreremos novamente a Manuel Castells, que identifica que as lutas sociais adquirem uma característica de luta por visibilidade. Não apenas porque os movimentos ou projetos competem pela atenção – e consequentemente pela adesão – dos cidadãos, mas também porque necessitam posicionar-se em relação à causa que defendem e assim buscar a todo tempo legitimação institucional. Aí podemos identificar o papel da mídia. Tornando públicas as suas causas e as suas ações, procuram com isso reforçar sua potência cívica, para colocarem-se como legítimos interlocutores ou mesmo para ganharem simpatia para a causa. Diante desse novo cenário, tor-

na-se evidente que a questão da imagem assume posição central para os processos de mobilização. Esse não é, no entanto, um processo simples, já que a pluralidade de interesses faz com que o espaço de publicização, através da mídia, tenha que ser todo o tempo reivindicado e conquistado. (CASTELLS, 1999)

Mafra (2006) reconhece que entre as estratégias de comunicação para sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais para o desenvolvimento rural se nota que a mobilização social é muito utilizada. Para o autor, essa estratégia pode ser compreendida como embates coletivos pela (re)definição de padrões culturais e normativos, pela busca da participação dos sujeitos em debates públicos e por obter esforços convocatórios, ou seja, ações que possibilitem a inclusão de sujeitos em suas principais questões, criando mecanismos que propiciem a participação (MAFRA, 2006).

A importância de uma estratégia de comunicação para os processos de Sensibilização, Mobilização social integrada e o engajamento de produtores rurais para o Programa Juntos pelo Araguaia é reforçada por Mafra, que define a comunicação estratégica como o estabelecimento de processos comunicativos de forma

planejada, e não espontânea. De maneira geral, a necessidade de pensar a comunicação de forma estratégica veio em decorrência da emergência de uma sociedade moderna, com a consolidação dos regimes políticos democráticos, com a formação de uma determinada opinião pública e com a preocupação, imposta a inúmeras instituições, de estabelecer uma atividade que cuidasse especificamente da relação dessas instituições com públicos a ela vinculados direta ou indiretamente.

A bibliografia acadêmica sobre processos de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais em projetos com o perfil do Juntos pelo Araguaia também considera a educação ambiental como importante aliada para o sucesso desse processo. Piccoli identifica que, por meio da educação ambiental, buscam-se articular todos os níveis e modalidades do processo educativo, formal ou não formal, e fazer com que as visões de mundo sejam discutidas, compreendidas, problematizadas e incorporadas em todo o tecido social e suas manifestações simbólicas e materiais, colocando homem e ambiente *pari passu* e reconhecendo as inter-relações que necessariamente precisam ser estabelecidas para o equilíbrio das duas dimensões (PICCOLI et al).

Piccoli destaca também que a participação social deve possuir caráter de construção coletiva, definindo-se e redefinindo-se como papel político, de modo que ela seja orientada pela mobilização e por meio de ações exercidas pelas diferentes forças sociais. É essencial um processo de empowerment, mesmo sendo esse um termo polissêmico e controverso. Essa metodologia de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais vai utilizar o entendimento de Piccoli de empowerment no sentido de que pessoas e grupos apreendem o poder para si mesmos e são impulsionados na melhoria de suas condições de vida, aumentando sua autonomia na tomada de decisões para que possam exercer o controle social de maneira efetiva.

Toledo & Jacobi (2013) destacam o caráter reflexivo, mobilizador, gerador de conhecimentos interdisciplinares e de soluções coletivas da pesquisa-ação aplicada à educação. Assim, essa estratégia metodológica consolida-se fortemente para contribuir nos processos de transformação das práticas institucionais, bem como no desenvolvimento da cidadania e do empoderamento, elementos essenciais para a mediação de situações de conflito (TOLEDO & JACOBI, 2013).

Portanto, entende-se que o instrumento de investigação e ação exerce também uma função política, oferecendo subsídios para que, por meio da interação entre pesquisadores e atores sociais implicados na situação investigada, sejam encontradas respostas e soluções capazes de promover a transformação de representações e mobilizar os sujeitos para ações práticas.

A metodologia por meio da pesquisa-ação-participante torna o pesquisador um participante, como também o faz refletir sobre a prática na ação. A pesquisa-participante também é conceituada por Brandão como aquela que une o pesquisador com o seu objeto de pesquisa, tornando-o parte da causa e comprometido com ela.

Es el concepto de participacion el que ofrece el reto. Lo esencial aqui, el “modo de ver” nuevo y en cierta medida ver de nuevo, no se puede entender sin entrar en el campo de las actitudes. (BORDA, s/d, p.15.)

O conhecimento coletivo se dá com base em um trabalho que recria, de dentro para fora, formas concretas de essas gentes, grupos e classes participarem do direito e do poder de pensarem, produzirem e dirigirem os usos de

seu saber a respeito de si próprias. É um conhecimento que, saído da prática política que torna possível e proveitoso o compromisso de grupos populares com grupos de cientistas sociais, por exemplo, seja um instrumento a mais no reforço do poder do povo – poder que se arma com a participação do intelectual comprometido de algum modo com a causa popular. (BRANDÃO, 1984, p.9)

O planejamento da estratégia de comunicação de um Programa como o Juntos pelo Araguaia deve objetivar a criação e manutenção de vínculos entre aqueles que estão dispostos a fazer adesão à proposta de recuperação ambiental na Bacia do alto Araguaia. A força de coesão desses vínculos pode ser alcançada com propostas de cor-responsabilidade dos envolvidos que tendem a dar sustentabilidade aos processos e êxito no alcance dos objetivos. Essa proposta de metodologia vai considerar que o sucesso do Programa será alcançado quando forem percebidas ações concretas de cooperação e colaboração entre cidadãos que se sentem realmente envolvidos e compartilhando a responsabilidade na resolução dos problemas.

Para melhor compreender a mobilização e o estabelecimento dos referidos fluxos em direção à construção de um processo de corres-

ponsabilidade, Bernardo Toro (1996, 1997) indica que mobilizar significa convocar vontades para atuar na busca de um propósito, com interpretações e sentidos compartilhados. Para Toro, participar ou não de uma mobilização é uma escolha, uma decisão individual que depende, essencialmente, de as pessoas se verem ou não responsáveis e capazes de produzir e construir mudanças.

Tornar os indivíduos corresponsáveis envolve uma transformação profunda, mas que deve ser gradual, de hábitos e atitudes cotidianas. Um lento e contínuo processo de aprendizado e absorção de novas atitudes e valores. A estratégia de comunicação para o processo de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais precisa conduzir um processo de julgamento e reelaboração contínua e sistemática das informações acerca dos problemas que se pretende resolver. É fundamental que se reitere constantemente a produção de novos sentidos nas mensagens disponibilizadas para a comunidade envolvida no Programa Juntos pelo Araguaia.

Esta metodologia propõe que seja observado que as mensagens produzidas pela comunicação para as comunidades beneficiadas desafiem as pessoas. O entendimento do propósi-

to por parte do cidadão precisa ser provocado através da criação de espaços para o diálogo entre aquilo que deve permanecer e o que se pode mudar. Isso vai criar a coesão e resultar na continuidade da mudança dentro dos processos de Sensibilização e Mobilização Social Integrada.

Esse propósito deverá estar expresso sob a forma de um horizonte atrativo, [...] ‘convocante’, que sintetize de uma forma atraente e válida os grandes objetivos que se busca alcançar. Ele deve expressar o sentido e a finalidade da mobilização. Ele deve tocar a emoção das pessoas. Não deve ser só racional, mas deve ser capaz de despertar a paixão (TORO, 1997, p. 35).

Entretanto, deve-se reforçar que, no planejamento estratégico, é preciso atentar para o fato de que as comunidades possuem formas e tempos diferentes para assimilar e absorver conhecimentos e informações. As linhas de ação deverão estar alinhadas com os anseios e expectativas da comunidade, mas também respeitando as suas especificidades. Portanto, não se pode se submeter a pressões por resultados imediatos.

Uma vez que a estratégia de comunicação tiver o conhecimento dos problemas e interes-

ses dos produtores rurais nos territórios beneficiados pelo Juntos pelo Araguaia, a formação de uma rede comunicativa será inspirada na causa mobilizadora. Começará então um processo de difusão deste tema direcionado aos atores identificados como público-alvo. Esta transferência de metodologia orienta que a estratégia de comunicação considere a utilização dos meios de divulgação disponíveis para a comunidade e que esses atinjam o maior número de produtores rurais, fazendo com que se promova um conhecimento amplo da causa. Para isso, é imperativo que a estratégia de comunicação produza fatos e conteúdos que possam gerar notícias e pautas de debates visando à garantia de uma grande exposição do tema nos meios de comunicação da região.

No segundo momento, a estratégia de comunicação deverá priorizar a divulgação de resultados efetivos dos processos desenvolvidos pelo Programa Juntos pelo Araguaia nos municípios envolvidos em Goiás e em Mato Grosso, beneficiados em sua primeira fase. Essa iniciativa deve reforçar as ideias e objetivos do Programa criando uma exposição institucional que vai fixar a mensagem e os elementos simbólicos ligados a ela para que esses sejam absorvidos pelos produtores rurais e se transformem em novos referenciais para eles.

Os elementos de identificação com a causa devem ser detectados entre os elementos simbólicos comuns e transmitidos dentro de uma estratégia de criação de mensagens a serem divulgadas. A consequência que se espera alcançar é uma maior facilidade das pessoas em decodificar e compartilhar esses elementos e os seus significados.

Para Bernardo Toro, um dos desafios da mobilização social é que os novos sentidos de identidade se fazem muito mais por interesses que por territórios. Trata-se, pois, de mobilizar pessoas desterritorializadas. Para uni-las é preciso buscar um imaginário comum, que é a explicitação do propósito. (TORO 1996, 1997.)

Levando em consideração que as estratégias de comunicação para projetos de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais precisam constantemente de revisão e adequações devido ao seu dinamismo, a presente metodologia sugere que as mensagens produzidas transcendam o nivelamento básico das redes locais e das oportunidades de diálogos criadas, para a promoção de uma visão ampliada e contextualizada com elementos globais. Com isso, será possível observar um processo de corresponsabilidade mais efetivo com um envolvi-

to racional do produtor rural gerado pelo seu próprio julgamento. Nesse momento, é importante considerar a adição de informações mais qualificadas que permitam aos seus receptores enxergar a causa de uma forma mais abrangente e menos fragmentada.

Assim, a metodologia proposta para a elaboração da estratégia de comunicação com os produtores rurais do Programa Juntos pela Araguaia reitera que, além de ampla presença nas redes locais de distribuição de informação e das ações de reforço de vínculos, é imperativo que a comunicação também proponha, produza e atualize constantemente as informações da agenda mobilizadora e o registro da memória do processo. Isso significa que se deve determinar um fluxo multidirecional e organizado, que deverá ser conduzido pelas lideranças, mas produzido coletivamente, para que o processo seja retroalimentado de sentido e faça com que os produtores rurais percebam mais claramente suas ações e os resultados delas.

Todas as iniciativas que buscam o envolvimento das pessoas em torno de uma causa em comum necessitam de adotar estratégias e abordagens que sejam flexíveis e adaptáveis, uma vez que as variáveis de cada ação precisam levar em consideração o fato de tratarmos

de processos comunicativos que sofrem modernizações frequentes e que o trabalho com as pessoas também exige uma capacidade constante de se aperfeiçoar. No caso de projetos de mobilização social com propósito de restauração de bacias hidrográficas, isso também é fundamental. Para cada comunidade, é necessário criar uma estratégia comunicativa própria a fim de que a produção de sentido comum para os moradores daquele território seja mais assertiva e produza os resultados esperados.

Uma forma de conseguir uma maior objetividade e consequentemente resultados mais positivos é buscar, na identificação das comunidades, os aspectos que determinam os diferentes vínculos existentes entre os entes. Dessa forma, Henriques et al, segmentam o público através do estabelecimento de oito critérios para essa análise: localização espacial, informação, julgamento, ação, continuidade, coesão, corresponsabilidade e participação institucional.

1. **Localização espacial:** é o espaço físico, geográfico em que está localizado o público-alvo que deverá ser considerado no planejamento da comunicação;
2. **Informação:** determina a quantidade de informações que o público que será consi-

derado para a mobilização tem sobre o Programa;

3. **Julgamento:** é quando uma certa quantidade de informação propicia a produção de um sentido coletivo que permite o posicionamento do indivíduo frente aos aspectos do projeto de mobilização e seus objetivos;
4. **Ação:** é o que produz resultado de contribuições feitas pelos públicos-alvo do Projeto que visam ao atingimento de seus objetivos;
5. **Coesão:** é a convergência das ações distintas de públicos diferentes dentro da estratégia do Projeto;
6. **Continuidade:** é promover uma duração maior das ações do Projeto de forma que se crie um lastro temporal maior;
7. **Corresponsabilidade:** é o entendimento da real importância do engajamento e da participação de todos os envolvidos no sucesso do Projeto;
8. **Participação institucional:** é formalização dos vínculos através de instrumentos legais que permitem a criação de relações mais sólidas e com escopos mais bem definidos.

### COMO FAZER

A Comunicação, na relação mobilizador/ produtor rural, pode transformar-se num importante instrumento, na medida em que permite

o contato direto entre as partes envolvidas e uma melhor compreensão acerca das atividades a serem desenvolvidas nas propriedades agrícolas e no meio rural como um todo. Isso porque a Comunicação, por meio de suas metodologias de trabalho, influenciará diretamente no processo de mobilização social dos atores sociais estratégicos nos territórios de Goiás e Mato Grosso, permitindo, também, a criação e o fortalecimento de vínculos entre os participantes e os promotores dos projetos de mobilização no Juntos pelo Araguaia.

É imperativo observar que, em situações extremas, onde é exigido o distanciamento social, como vivemos recentemente durante a pandemia global da covid-19, a estratégia de Comunicação com a Comunidade deve priorizar o uso de canais digitais e encontros individuais para permitir que as ações sejam executadas em concordância com os protocolos de segurança determinados.

A comunicação rural não é um processo unidirecional. Muito ao contrário, é um processo mais amplo do que a informação agrícola ou do agronegócio e do que a própria extensão rural, visto que a sociedade rural é composta por diversos atores sociais, entre os quais existem inúmeros e dinâmicos fluxos de comunicação.

A comunicação com as comunidades beneficiadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia deve, de acordo com esta metodologia, buscar os múltiplos canais de interação com o público-alvo receptor da mensagem de engajamento em torno da causa da revitalização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Araguaia.

Após um trabalho minucioso de levantamento de dados e informações sobre as populações e os territórios, do desenvolvimento de um planejamento estratégico de comunicação e da definição da causa que será abordada durante o processo, é necessário trabalhar na produção do conteúdo de acordo com o meio de comunicação que será adotado em cada momento ou em processos simultâneos.

Para a metodologia de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais, é possível considerar os sistemas de mediação classificados assim por Pross (1971):

- **Mídia Primária:** o indivíduo utiliza o corpo para se comunicar; e, por ser realizada pelo contato interpessoal, não necessita de mediação. Entram em jogo, neste caso, as expressões (olhos, testa, boca, movimentos, rituais, linguagens, etc.);
- **Mídia Secundária:** composta pelos meios de comunicação que levam a mensagem

ao receptor sem que este precise de aparelhos para captar o significado da mensagem (imagem, escrita, o impresso, gravuras, fotografias, máscaras, pinturas, adereços corporais, etc.);

- **Mídia Terciária:** nesse caso, tanto o emissor quanto o receptor precisam de aparato para se comunicar (TV, rádio, internet, telefonia, etc.).

Com essa definição, entende-se, para fins de comunicação com a comunidade, com objetivo de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais, que a mídia primária será a mobilização direta com o produtor rural por um colaborador do Programa; a mídia secundária serão panfletos e jornais impressos locais; e a mídia terciária serão spots e publicações em sites de internet e redes sociais do Programa, rádios locais e, quando viável, em emissoras de TV regionais e estaduais.

A presente metodologia considera a mídia primária, com a mobilização direta do produtor rural, um aspecto importante e vai dedicar um espaço para detalhar as ações propostas para este processo de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento. Para as demais mídias, é relevante considerar os espaços de visibilidade que serão oportunizados pelo

Programa Juntos pelo Araguaia.

A ideia de diferenciar os tipos de comunicação em níveis de acordo com o seu alcance e o tipo de linguagem foi aplicada na América Latina nas experiências e as reflexões em torno dos movimentos populares, especialmente no âmbito da Teologia da Libertação. Por essa perspectiva, Fernandes (1989, p. 56) enumera cinco níveis de comunicação: intrapessoal, interpessoal, grupal, comunitária e social, e alerta que o conhecimento de cada um deles "é significativo para uma recepção ativa e também para uma ação pastoral. A presente metodologia destaca as principais diferenças entre a comunicação grupal, junto às comunidades, e a comunicação social com os meios de comunicação (Tabela 1).

Para Mafra (2006), um espaço de visibilidade pública é considerado um espaço físico ou mediado, no qual um tema torna-se visível e disponível para uma determinada coletividade. Com essa definição, o autor afirma que ações estratégicas planejadas por projetos de mobilização social podem estar direcionadas a cinco possíveis espaços de visibilidade pública:

- **Espaço de visibilidade midiático massivo:** gerado por meios de comunicação (TV, rádio, jornal, revista) e com alcance para

**Tabela 1** Principais diferenças entre a comunicação grupal, junto às comunidades, e a comunicação social com os meios de comunicação.

Comunicação Grupal	Comunicação Social
Cria a consciência de grupo	Universaliza
Personaliza socializando	Socializa despersonalizando
Forma opinião	Massifica
Conscientiza	Manipula
Favorece a expressão de pessoas e grupos	Sustenta o poder econômico e político
Suscita interesse de classe, família ou grupo	Informa tudo que acontece no mundo
Feedback imediato e controlável	Provoca um feedback lento
Reforça a autonomia cultural	Nivela as diferenças culturais
Tende para a autenticidade	Tende para sofisticação
Promove a consciência crítica	Determina o consumidor passivo

um grande número de pessoas e num território geográfico amplo. Para tanto, as informações que circulam não têm especificidades de linguagem ou tratamento de informação direcionado ao público alvo;

- **Espaço de visibilidade midiático massivo local:** difere-se do anterior pela área de abrangência, ou seja, direciona-se a um território geográfico menor;

- **Espaço de visibilidade dirigido:** realizado por veículos de comunicação (programas de TV e rádio, jornais, revistas, encontros, seminários, etc.) direcionados para públicos específicos. Por isso, ajusta as informações que serão visíveis a partir do quadro de entendimentos, valores, expectativas de tais públicos;
- **Espaço de visibilidade presencial:** compartilhado presencialmente pelos indivíduos;
- **Espaço de visibilidade telemático:** gerado na Rede Mundial de Computadores (Internet), com alcance limitado, construído principalmente por meio de sites, fóruns, portais, blogs, etc.

Considerando-se a existência de diversos espaços para a divulgação da mensagem contendo a causa mobilizadora, observa-se fundamentalmente que é preciso uma adequação da linguagem e também do formato de mídia que será produzido para a difusão. Assim, considera-se que uma estratégia de comunicação será bem-sucedida quando as diversas mídias estiverem sendo utilizadas como espaços de visibilidade para alcançar os produtores rurais e influenciando na mudança de comportamento e pensamento em relação à causa mobilizadora.

Para ser efetivo na missão de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais, o conteúdo das mensagens precisa levar em consideração elementos que transformam a causa mobilizadora em algo entendível, passivo de ser absorvido e compreendido pelo receptor e compartilhado com seus pares. É certo que, em tempos diferentes durante o processo de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais, a mensagem precisa ser ajustada em seu tom e formato, bem como sua linguagem.

Para melhor compreensão de como devem ser pensadas a criação das mensagens, Mafrá enumera três dimensões das estratégias comunicativas classificadas em:

- **Dimensão espetacular:** objetiva chamar a atenção, despertar o interesse, capturar a atenção dos sujeitos, promover existência pública às causas sociais;
- **Dimensão festiva:** permite o engajamento in loco dos indivíduos, ocasiona a vivência e o lúdico. Podem ser manifestações de rua, festas populares, eventos e demais momentos de encontro planejados por projetos de mobilização social;
- **Dimensão argumentativa:** torna disponível publicamente argumentos que justifi-

quem uma transformação coletiva ampla, explica as razões da existência pública da causa e, além de estimular a incorporação de demandas propostas, estimula e sustenta um debate público.

Os meios de comunicação serão importantes para auxiliar na divulgação e multiplicação da mensagem mobilizadora aumentando a capacidade de sensibilização, mobilização social integrada e engajamento de produtores rurais. Para isso, é preciso saber como utilizar corretamente os diversos veículos de comunicação, especialmente, os de maior ressonância entre a população. É necessária uma aproximação da equipe de comunicação do Programa Juntos pelo Araguaia com os órgãos locais e regionais e comunicação com o objetivo de provocar interesse dos mesmos e de seus profissionais em cobrir os temas ambientais de forma mais acurada, sistemática e acessível. É importante também um trabalho junto aos organismos da administração pública local para influenciar a criação de campanhas em conjunto que tenham como foco criar condições adequadas para a mobilização social nas questões ambientais e implantar projetos que contribuam para a construção da sociedade sustentável.

## 1. Mobilização direta

A metodologia para Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais do Programa Juntos pelo Araguaia recomenda uma atenção para as ações estratégicas que resultam no processo de mobilização direta. É o que tratamos no tópico anterior, definido por Pross (1971), como “Mídia Primária”, em que o agente mobilizador realiza uma visita de porta em porta para se comunicar. Por ser realizada pelo contato direto com o produtor rural, esse tipo de ação prova-se extremamente eficiente nas ações que visam a exposição e a apresentação do Programa e do tema mobilizador.

A estratégia de ação para essa mobilização vai considerar o diagnóstico do meio físico e do meio socioeconômico e fará a mobilização in loco nas propriedades prioritárias, realizando a apresentação dos benefícios gerados pelas ações de recomposição da vegetação nativa em nascentes, áreas ripárias e as intervenções necessárias para promoção da infiltração de aquíferos. Desse modo, a equipe sensibiliza, conscientiza e mobiliza o proprietário para disponibilizar as Áreas de Proteção Permanentes (APPs) e de recarga de aquíferos para implementação dos projetos de recomposição.

Esta abordagem permite a realização do processo de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e engajamento de produtores rurais para o Programa Juntos pelo Araguaia, mesmo durante períodos de distanciamento social, como no caso da pandemia da covid-19. Isso porque esse tipo de ação direta não provoca aglomeração e não exige contato próximo entre os agentes mobilizadores e os produtores rurais.

Com base na visita ao proprietário rural e a identificação das áreas disponíveis para a recomposição ambiental, será possível a elaboração de um relatório de seleção de áreas, e a confecção de projeto de recuperação ambiental e beneficiamento de uma área produtiva do território.

A comunicação via mobilização direta exige um acompanhamento permanente da equipe com o intuito de fortalecer laços e reforçar o relacionamento em todas as etapas de intervenção na propriedade. Após a primeira visita de apresentação do Programa e do tema mobilizador, mote principal do Juntos pelo Araguaia, haverá uma segunda oportunidade na etapa de validação e implementação dos projetos de recomposição de vegetação nativa e promoção da infiltração de áreas de recarga. Nesse momento, recomenda-se que seja feita a assinatura dos termos de adesão de cada

proprietário. No documento, devem ficar claras quais são as obrigações do proprietário e do executor do Programa.

Esta metodologia considera que o relacionamento com o proprietário deve ser construído com base na confiança mútua e na relação de parceria em que o produtor rural concede uma área para recuperação e em troca o projeto viabiliza soluções para o problema ou problemas que se colocarem no caminho da execução da intervenção proposta para o território. É por isso que a equipe de comunicação e mobilização deverá acompanhar todas as etapas do processo de implementação da propriedade. É preciso se certificar de que não haverá ruídos ou mal entendidos nos diálogos com o produtor rural.

A Comunicação do Programa Juntos pelo Araguaia, especificamente para os processos de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais, deve observar cada momento de contato com o produtor rural como uma oportunidade de reforçar as relações e os compromissos, não se ausentando quando eventuais problemas ocorrerem, evitando que o produtor fique desmotivado e sinta-se desestimulado a continuar a sua participação no Programa.

Dentro da metodologia proposta, um aspecto imperativo é a transparência nas informações e coerência entre o discurso produzido para o Programa e a prática de seus colaboradores. Assim o exemplo será o fator inspirador para que os produtores rurais sigam as orientações e cumpram com seus compromissos junto ao Programa.

## 2. Mobilização institucional

A mobilização institucional para o Programa Juntos pelo Araguaia é entendida por esta metodologia como fundamental para a legitimidade do processo e o alcance de seu objetivo de incluir todos os atores envolvidos no território no processo de recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia. Esse processo deverá também ser conduzido dentro da estratégia de comunicação com o contato direto com as instituições públicas e privadas do território. Além de apresentar o Programa e seus objetivos, essa mobilização propõe também a inserção dos organismos locais que trabalham com as pautas inerentes ao Juntos pelo Araguaia nos processos de comunicação com a comunidade e educação ambiental.

Essa etapa deve ser considerada antes das ações efetivas de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produto-

res Rurais para a divulgação do Programa e visando manter e fortalecer mecanismos de governança nas áreas de implementação do Juntos pelo Araguaia. Devem ser consideradas as Prefeituras Municipais, Secretarias de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Conselhos Municipais de Meio Ambiente, órgãos nacionais presentes nos territórios e que têm atuação nas pautas propostas pelo Programa, como Emater, Senar, Incra e Funai, empresas estaduais e municipais de captação e distribuição de água e os comitês e subcomitês de bacias hidrográficas. É importante inserir as instituições públicas e privadas de educação, bem como as organizações da sociedade civil que atuem com a pauta ambiental e de produção de alimentos no âmbito das localidades.

A mobilização institucional para o Juntos pelo Araguaia deverá levar em consideração a formação de uma grande rede de compactuação com os objetivos propostos pelo Programa e de difusão do mesmo. Os parceiros institucionais poderão também compor a Rede de Governança para o Programa; mas, para além disso, devem ser colaboradores diretos no processo de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais.

## 3. Educação ambiental para a sensibilização e mobilização social integrada de produtores rurais

De acordo com as referências teóricas utilizadas nesta metodologia de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais para o Programa Juntos pelo Araguaia, a Educação Ambiental é considerada uma importante ferramenta para o sucesso e a sustentabilidade das ações propostas por iniciativas de recuperação ambiental em bacias hidrográficas.

A proposta metodológica de mobilização dos produtores rurais adota o conceito de Educação Ambiental, que considera, além da mobilização, a formação de multiplicadores da mensagem institucional do Programa e a causa mobilizadora. As atividades de Educação Ambiental são sustentadas pelas premissas estabelecidas pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pelas Nações Unidas para a Agenda 2030. Eles servem de princípios norteadores para a inserção de uma mensagem contextualizada dentro da realidade global, mas com os aspectos da questão local.

O formato das ações de Educação Ambiental com as comunidades beneficiadas pelo Programa Juntos pelo Araguaia é variado e deve

se considerar estrategicamente para momentos e ações específicas, conforme o objetivo da etapa do projeto ou do processo de mobilização.

A Educação Ambiental, de acordo com esta metodologia, deve considerar também a inserção de atores locais ligados aos temas trabalhados pelo Programa. A Rede de Governança criada para o Juntos pelo Araguaia também precisa ser inserida na programação estratégica de ações para que as contribuições de diversas visões sejam inseridas no processo. São exemplos de importantes organismos sociais locais ligados à pauta de recuperação de bacias hidrográficas locais os Comitês de Bacias Hidrográficas, os Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, Agências de Bacias Hidrográficas e Organizações da Sociedade Civil atuantes nas questões ambientais locais.

Deve-se considerar a mobilização direta e também a comunicação pelos meios e mídias locais para realizar o chamamento para as ações de Educação Ambiental do Programa. Da mesma forma, é preciso criar uma vinculação entre as ações de maneira que os produtores rurais entendam a sua continuidade e se sintam envolvidos a participar e compreender o início, meio e fim dos processos.

Para o sucesso da estratégia de Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais utilizando a Educação Ambiental como recurso, a presente metodologia recomenda a observância da importância da adequação dos conteúdos técnicos e das ferramentas de educação ambiental à realidade e linguagem local, considerando o público-alvo como majoritariamente analfabeto total ou funcional. Para que a mensagem e o tema mobilizador possam atingir o objetivo do Programa Juntos pelo Araguaia, a didática adotada precisa ser de acesso universal e inclusivo.

Dentro das ações de Educação Ambiental programadas, sugere-se a inserção de momentos de rodas de conversas em que os produtores mais velhos contam histórias para os mais jovens de “como era o Rio e o que aconteceu” nos últimos anos. Com base nesse diálogo, deve-se estimular o registro e a documentação para próximas gerações, por meio de livros ou cartilhas ilustradas de saberes locais para Preservação na Natureza e Valorização do Rios. Devem-se produzir também vídeos curtos com conteúdo de Educação Ambiental para crianças, jovens e adultos adaptados às necessidades do público-alvo para melhor entendimento da mensagem.

Outro aspecto que a presente metodologia destaca para uma estratégia de Educação Ambiental mais eficaz é levar em consideração os obstáculos para reunir as pessoas em um mesmo local no mesmo horário. A não observância desse ponto poderá produzir um processo de mobilização fragmentado. Para evitar que isso aconteça, essa metodologia sugere a realização de caravanas educacionais itinerantes que possam sistematizar e compartilhar os saberes regionais e transmitir as mensagens institucionais do Juntos pelo Araguaia. Outra iniciativa para auxiliar a resolver a questão da dificuldade em reunir os produtores rurais beneficiados pelo Programa e suas respectivas comunidades é uma proposta de parceria com as escolas locais. Neste contexto, as escolas também seriam espaços para a Educação Ambiental. Nos casos das caravanas e das escolas, é preciso levar em consideração que o conteúdo a ser trabalhado não pode ser um restritivo e deve ser pensado para espaços sem as condições ideais e precisam ser adaptáveis à realidade de cada localidade.

As ações de Educação Ambiental podem ser realizadas em diferentes formatos. Para esta metodologia, vamos considerar palestras e oficinas socioambientais com conteúdos expositivos e teóricos aliados a atividades práticas.

Dentro dos conteúdos, devem estar contidos a apresentação dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e a Agenda 2030, bem como a mensagem mobilizadora e institucional do Juntos pelo Araguaia. As temáticas de cada momento de aprendizagem precisam observar as práticas de recuperação ambiental e estimular os produtores rurais a pensarem sobre as causas e efeitos dos processos degradativos e as soluções propostas pelo Programa para a restauração da vegetação nativa e o aumento da disponibilidade hídrica na Bacia do Rio Araguaia. São indicadas, portanto, atividades práticas que apresentem os processos de produção de mudas de espécies arbóreas nativas, a importância da recuperação de áreas marginais aos corpos d'água e aumento da infiltração em áreas de recarga.

A metodologia sugerida para Sensibilização, Mobilização Social Integrada e Engajamento de Produtores Rurais do Programa Juntos pelo Araguaia propõe que os processos educativos sejam trabalhados direcionando-se para a criação de um coletivo educador, a partir da ideia de Pesquisa-Ação-Participante ou Pessoas que Aprendem Participando (PAPs), que constituirão a Comunidade de Aprendizagem. A composição sugerida para os PAPs e suas respectivas formas e áreas de atuação seriam as seguintes:

- **PAP 1:** Grupo Gestor de Educação Ambiental para atuar nos territórios das bacias hidrográficas e com presença das organizações âncora do Programa Juntos pelo Araguaia e outras instituições representativas da educação ambiental;
- **PAP 2:** Os Coletivos Educadores, que podem ser municipais ou microrregionais, agregam pessoas, grupos, instituições interessadas nos processos formativos e para acompanhamento da intervenção pedagógica;
- **PAP 3:** Grupos de pessoas envolvidas nos processos de aprendizagem proposto pelo PAP 2 e que tenham perfil de multiplicadores, contemplando representantes da diversidade de gênero, geracional, de profissões, de locais de moradia e de diferentes instituições, cuja formação será presencial e a distância, intercalada com trabalhos de campo, onde constroem o seu aprendizado via praxis transformadora;
- **PAP 4:** São as Comunidades de Aprendizagem constituídas a partir da intervenção pedagógica do PAP 3 e apoio do PAP 2 e que possibilitam, no trabalho localizado e sobre temas prioritários ajustados no diálogo com grupos locais ou mesmo de apoio, acompanhamento e consolidação de iniciativas como as do Programa Juntos pelo Araguaia.

As comunidades de Aprendizagem terão também fecunda interação com as reflexões, debates e posturas propostas pelos PAPs. Dentro dessa perspectiva de envolvimento dos stakeholders no plano de ação do Programa Juntos pelo Araguaia, faz-se necessária a criação de uma plataforma virtual para acompanhar ações e metas, bem como os resultados dos processos educativos. Esse registro permitirá a elaboração de um banco de boas práticas para aplicação imediata no território do Programa e para inspirar tomadores de decisão e cidadãos do território da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia.

Pretende-se que esse processo participativo permita o empoderamento técnico e social dos grupos de trabalho e comitês. Também vai garantir o registro da memória de todo o processo de engajamento da Rede de Governança nos territórios. Em todas as ações, devem estar previstos encontros com o cadastramento dos participantes, formação de mailing e bancos de contatos.

#### **4. Mobilização e educação ambiental na ótica de gestão de bacias hidrográficas**

A Educação Ambiental é um dos mecanismos que proporcionam a disseminação da mensagem mobilizadora e promove a participação social com objetivo de entendimento e con-

trole social sobre os recursos hídricos. A população organizada, informada e atuante na exigência do cumprimento de seus direitos, com potencial crítico para observar e cumprir seus deveres de não degradar e não desperdiçar o recurso natural, garantirá a sustentabilidade das ações propostas pelo Programa Juntos pelo Araguaia.

Para os trabalhos iniciais com os produtores rurais beneficiados pelo Programa, deve-se começar com um levantamento de informações para identificação de possíveis cenários. Essa apuração de dados é realizada com base em temas relacionados à disponibilidade hídrica e a outros correlacionados. O caderno metodológico do *Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento do Ministério das Cidades* (BRASIL, 2009) sugere alguns temas. Para esta metodologia, vamos utilizar a sugestão de Piccoli et al de sete temas geradores determinados pela relevância em relação ao tema de “escassez de água”. Porém, esta metodologia alerta que é imperativo observar a realidade local e os subsídios que esta vai fornecer para a elaboração de temas e as respectivas e necessárias adaptações.

Portanto, para melhor entendimento da realidade local e elaboração da estratégia de

ações de Educação Ambiental, é necessário ir a campo coletivamente para observar e anotar os aspectos relativos à escassez de água. São apresentados abaixo alguns dos temas geradores que podem ser relacionados a essa questão.

Como forma didática de auxiliar na identificação das dificuldades para a resolução da questão, esta metodologia, também inspirada por Piccoli et al, sugere a elaboração de uma Rede de Desafios, conforme imagem abaixo. Este momento deve acontecer com amplos debates ou encontros durante as oficinas de Educação Ambiental realizadas na comunidade com os produtores rurais, com base nas observações e nos registros das apurações e levantamentos colhidos pelo grupo de trabalho de campo.

Depois de feito o levantamento, propõe-se a discussão coletiva com a comunidade sobre as causas e as soluções viáveis, com o objetivo de encontrar os possíveis caminhos para dirimir o problema. Todas as etapas e informações levantadas devem ser compartilhadas pelos meios e canais de comunicação existentes na comunidade. A partir daí, devem ser convocadas reuniões para o planejamento das intervenções comunitárias.

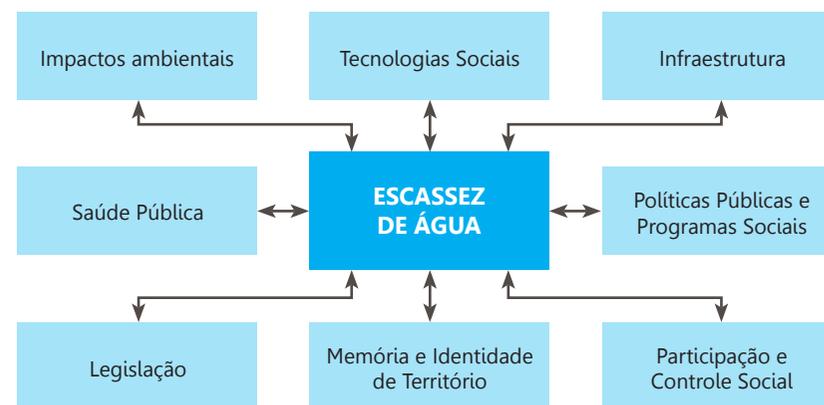


Figura 1 Estratégia de ações de Educação Ambiental.



Figura 2 Processo de composição da rede de desafios.

## ANEXO 22 MANUAL DE MONITORAMENTO DE CARGA DE SEDIMENTOS

Algumas considerações sobre a dinâmica do sistema fluvial do Rio Araguaia. Seu regime hidrológico mostra dados de vazão média anual com picos máximos e mínimos - picos máximos da série histórica em ordem de magnitude como apresentado por AQUINO, 2009, quando descreve a vazão para o alto Araguaia. Conforme o autor, os picos de cheias do Araguaia acontecem nos meses de janeiro a maio. Contudo, no alto curso em alguns anos há variabilidades e acréscimos nos picos que começam no mês de dezembro. Os maiores picos geralmente acontecem entre janeiro e março para o alto curso. Se constituindo num regime relativamente simples com uma temporada de cheia e outra de seca que está em conformidade com o clima da bacia.

Os principais sistemas fluviais do alto Araguaia têm suas cabeceiras associadas e circulam entalhados na superfície regional de aplanamento III e em parte na superfície IVc (LATRUBESSE, 2006). Nesta unidade se encontra associada a essa rede de drenagem uma série de espetaculares voçorocas (MARINHO et al., 2006, In, AQUINO, S, 2009).

AQUINO, 2009, apresenta ainda que a Alta Bacia drena a unidade geológica formada basicamente por arenitos, siltitos, argilitos e basaltos da Província Geológica do Paraná, onde escoam rios menores da alta bacia como o Diamantino e das Garças no Alto Araguaia e tributários.

A Figura 1 abaixo mostra as somatórias da entrada dos tributários por margem direita e esquerda no alto, médio e baixo Araguaia, com seus respectivos valores estimados de vazão média anual, quadro em azul destaque para a alta bacia.

A carga em suspensão ou carga de lavado considerada (wash load para geomorfólogos) é a carga constituída pelas partículas sedimentares menores (principalmente silte e argila) que são transportadas dentro da massa da água e mantidas em suspensão pela turbulência. As informações que se referem especificamente aos valores de concentração de sedimentos em suspensão para para alta bacia do Rio Araguaia inseridas na área do Programa revelam-se escassas e com notáveis deficiências na qualidade e na periodicidade de coleta de dados (BAYER, 2010).

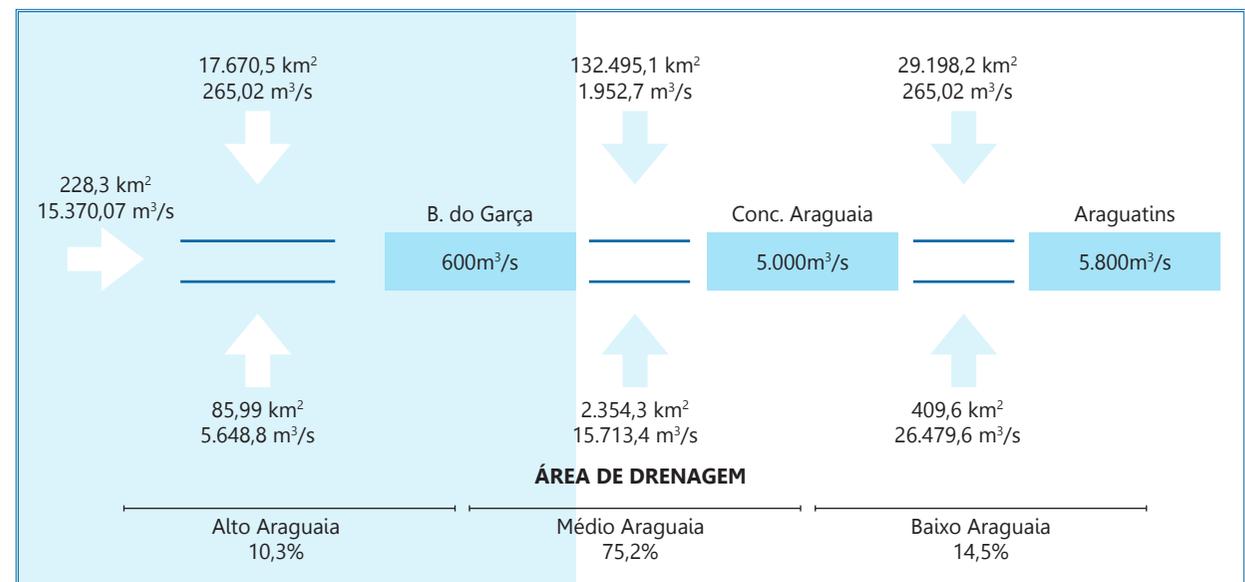


Figura 1 Vazão Rio Araguaia. AQUINO, 2009.

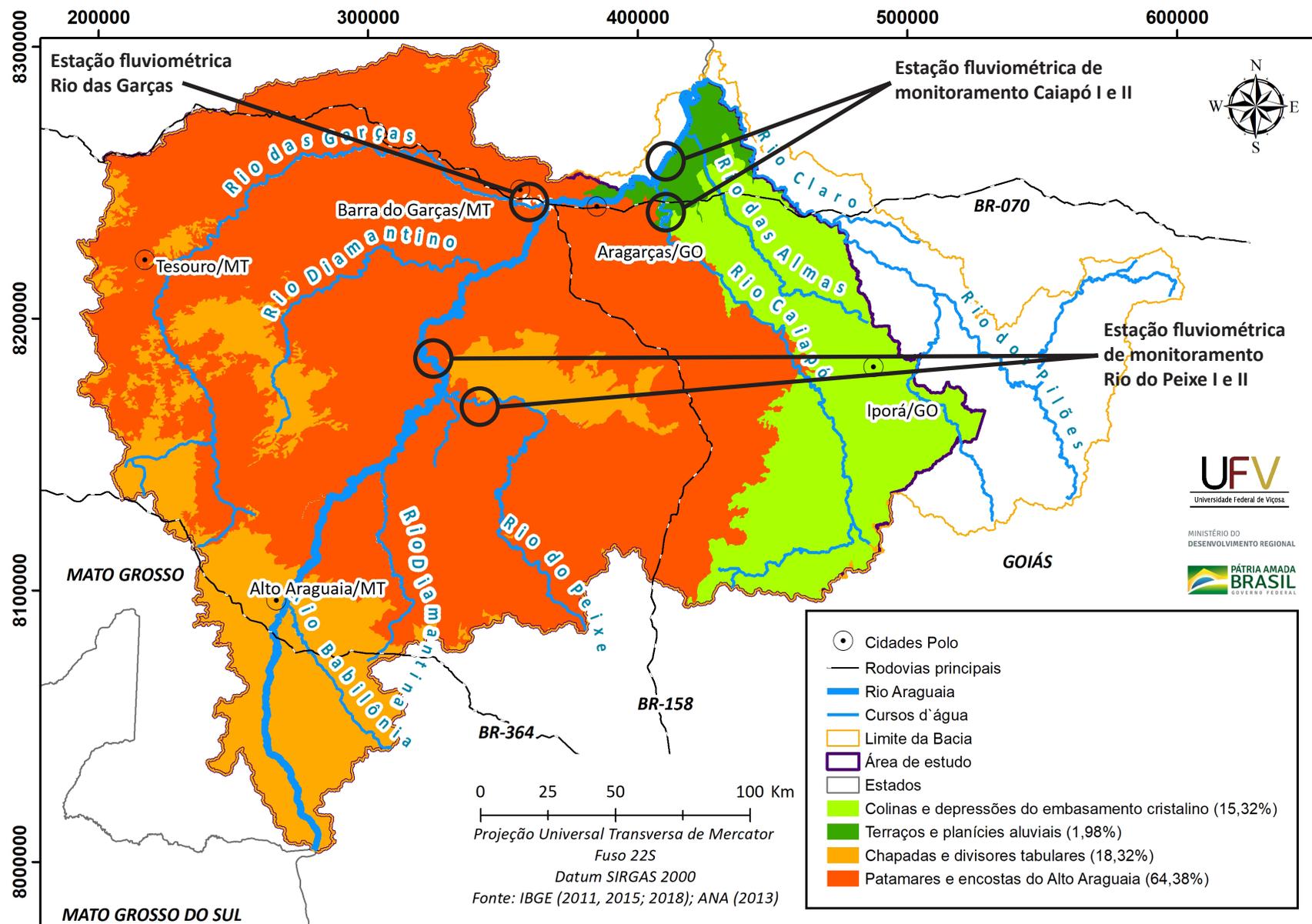


Figura 2 Estações fluviométricas e setores pedo-hidrológicos (adaptada de MDR-UFV, 2020).

Devido a essa deficiência de informação e com o intuito de monitorar a eficiência/eficácia do projeto solo e água no Juntos pelo Araguaia determinar as características hidrosedimentológicas da alta bacia identificadas como áreas prioritárias para recuperação, é de extrema importância para validação e ou reajustes da metodologia aplicada, desta forma, esta sendo proposto um extenso programa de amostragem de sedimentos suspensos nos canais principais em cinco (05) seções transversais ao longo do sistema fluvial dentro da área objeto. Assim será instalada seções de monitoramento nos afluentes goianos (rio do Peixe e Caiapó), dos afluentes matogrossense (rio das Garças) e em dois (02) pontos no sistema fluvial principal o Rio Araguaia. Figura 2 mostra a localizações das estações de monitoramento proposta e Figura 3 detalhe das réguas linimétricas. Os nomes das estações refere se a região (Peixe, Caiapó, Garças), embora quando mencionamos estação caiapó I e II, a de número II se encontra no Rio Araguaia e assim para o Rio Caiapó.

As coletas de amostra abarcaram um intervalo de 05 anos de monitoramento distribuídas em diferentes estágios do ciclo hidrológico. As amostras de sedimentos transportados em suspensão serão obtidas utilizando garrafas de Van

Dorn dentro outros em pelo menos três eixos verticais em cada seção transversal do canal, com duas amostras por eixo vertical (20 e 60% da profundidade) e três no talvegue, obtendo-se, logo no processo uma concentração média que constitui o dado hidrológico utilizado no cálculo de transporte de carga em suspensão. Figura 4 amostrador de sedimento em suspensão, garrafa de Van DORN.

O método de determinação da concentração de sedimentos suspensos utilizado é o definido por CARVALHO et al (2000), que consiste na filtragem de uma parte da amostra através de membrana de éster celulose de 0,45 µm de poro e 47 mm de diâmetro, e posteriormente secada e pesada. Todas as amostras serão preparadas e processadas em Laboratório de

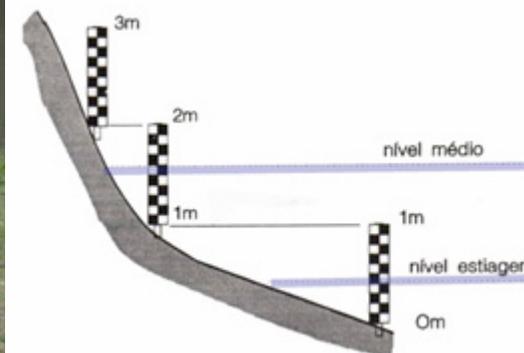


Figura 3 Estações fluviométricas, em detalhe réguas linimétricas a serem instaladas segundo os padrões ANA. Fonte: ANA, (2016).



Figura 4 Amostrador de sedimento em suspensão, Garrafa de Van Dorn.

Geologia e Geografia Física, como por ex. no (LABOGEF) do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais (IESA).

Esse conjunto de dados obtidos será utilizado nos cálculos de transporte de sedimentos e elaboração de gráficos de distribuição das concentrações junto com os valores de vazão, bem como com os disponíveis no banco de dados HIDRO (Hidroweb).

Esses estudos devem ser complementados em trechos determinados do rio Araguaia abaixo da foz do rio do Peixe e do Caipó, bem como no rio do Peixe, Caiapó e Garças na proximidade da foz no Araguaia, com o levantamento batimétrico de detalhe do canal principal a partir da utilização de ecossonda (Furuno-GP 1650F/DF50/200 kHz) / ADCP M9. A determinação da vazão e velocidades do fluxo poderá ser realizada com ADCP (Acoustic Doppler Current Profile). Diversos parâmetros físicoquímicos serão determinados *in situ* com sonda portátil multiparâmetros a exemplo do HORIBA (pH, Oxigênio dissolvido, Temperatura e Condutividade Elétrica) em distintos períodos do ciclo hidrológico.

O cálculo de transporte poderá ser obtido da seguinte equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 \times Q \times C_{ss} = (t/dia) \quad (Eq.1)$$

onde,

Q = descarga líquida em m/s<sup>3</sup> (vazão),

C<sub>ss</sub> = concentração em mg/l, e

0,0864 = a constante resultante da divisão dos segundos diários por conversões de unidades de massa, de gramas a toneladas.

**Sedimentos de fundo:** As amostras de fundo serão coletadas com draga de Peterssen ou similares. As coletas serão feitas em seções transversais nas margens e no meio do canal. As amostras devem ser acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao laboratório. Figura 5, amostrador de fundo.

A determinação granulométrica será feita através de um analisador de partículas a *laser* (modelo Master Size 2000). Deverá ser estimados também os diâmetros médios dos grãos (d<sub>50</sub>). O período analisado será a princípio a mesma de duração do Juntos pelo Araguaia.

Dois métodos poderão ser utilizados para estimar os sedimentos de fundo: O método direto por deslocamento de dunas (STRUCKRATH, 1969) e o indireto por equação hidráulica (VAN RIJN, 1984).

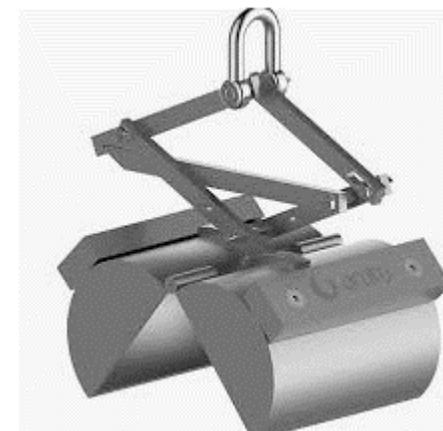


Figura 5 Draga de Peterssen.

**Batimetria:** Será utilizada ecossonda (sensor acústico), modelo Furuno GP1650F/DF (50/200 kHz – 12/24 VDC) / ADCP M9, acoplada a um microcomputador convencional para os levantamentos batimétricos transversais e longitudinais do canal, a exemplo da ilustração da Figura 6 E 7.

Os perfis longitudinais devem ser realizados na margem esquerda, meio e margem direita. Para as distâncias dos perfis longitudinais recomenda 1 km, navegando no sentido do fluxo e mantendo a mesma velocidade deste. Após seis (6) a sete (7) dias da primeira medição repete-se o procedimento, este procedimento se faz necessário para que seja detectada de forma confiável a migração das dunas.



Figura 6 ADCP M9.

Este procedimento foi utilizado para determinar o transporte de carga de fundo pelo método direto (STRUCKRATH, 1969).

Para determinar o transporte de carga de fundo, a amostragem dos transectos longitudinais do rio Araguaia será feita a jusante da foz do rio do Peixe, Caipó e Garças, e, nos rios Peixe, Caiapó e Garças antes da foz no Rio Araguaia.

Os levantamentos batimétricos transversais dos rios serão realizados para plotar os pontos de amostragem dos sedimentos de fundo e



Figura 7 Perfilador Acústico Doppler, acoplado ao barco.

em suspensão, nas respectivas profundidades onde foram coletados.

Também será feito um levantamento batimétrico transversal junto à seção dos perfis longitudinais, para verificar a morfologia do leito.

Este procedimento permite separar as áreas correspondentes de cada perfil longitudinal (perfis das margens e meio do canal).

Os dados registrados pela ecosonda no computador de campo poderão ser exportados do programa FUGAWI (utilizado para registrar os dados de batimetria) em arquivos na extensão "txt" (formato texto).

Este formato permite ser importado para outros softwares, como o SURFER (utilizado para gerar os perfis batimétricos). O arquivo exportado diretamente do FUGAWI na extensão txt contém dados das coordenadas geográficas, distância percorrida no transecto e profundidades (batimetria).

Vazão e Velocidade do Fluxo: Para estimar estas duas variáveis será utilizado o Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), também conhecido como Correntômetro Acústico de Efeito Doppler.

É um instrumento que determina a velocidade do fluxo em perfis verticais. De acordo com o manual da RD Instrumentes (RDI 2001), o aparelho funciona com base no efeito Doppler, emite uma frequência de onda sonora de 600kHz, a uma velocidade de 1400-1570 m/s, a qual, ao ser refletida por partículas em suspensão na água e do leito do rio, sofre alteração no comprimento de onda, modificando a frequência. O sinal de retorno é usado para estimar o deslocamento relativo do alvo (partículas em suspensão e leito do rio) em relação à fonte (barco).

Já que a velocidade das partículas em suspensão é a mesma do fluxo do rio, obtém-se a ve-

localidade do fluxo. Os dados obtidos poderão ser processados no programa WinRiver, que armazena, processa e exibe os dados registrados pelo ADCP. Os resultados são mostrados instantaneamente pelo WinRiver, fornecendo informações das diferentes velocidades nas seções verticais do rio, vazão, vetor do fluxo, temperatura, profundidade, distância entre as margens, área da seção, velocidade relativa do barco, rumo do barco, além de dados que podem ser equacionados para estimar quantidade de sedimentos em suspensão e calcular transporte de sedimentos de fundo (MUELLER, 2002; RDI, 2001; KOSTASCHUK, et al, 2004 ).

### O QUE FAZER

- topografia de precisão com uso de GPS estação total do vale local de instalação das estações fluviométricas;
- instalação de réguas linimétricas nos pontos de coletas;
- batimetria do canal;
- cálculo de sedimento em suspensão em diferentes ciclos hidrológicos anuais em todas as cinco estações implantadas;
- cálculo de vazão em diferentes ciclos hidrológicos anuais nas estações implantadas;
- identificar e monitorar a porta de entrada de sedimentos;
- dar feed back a todos envolvidos no projeto;

- caracterizar as relações entre vazão e carga de sedimento em suspensão e de fundo dentro do ciclo hidrológico anual (cheia/seca) antes , durante e após implantação do Programa;
- identificar e monitorar a capacidade de transporte pelo sistema fluvial;
- identificar a pendente do canal fluvial do rio Araguaia na alta bacia, dos rios Peixe, Caiapó e Garças;
- geoquímica da carga em suspensão;
- mineralogia da carga de fundo;
- identificar e monitorar a dinâmica do talvegue.

### COMO FAZER

Como fazer amostragem de sedimentos suspensos (CSS) e de fundo (CF) nos pontos ao longo do sistema hidrológico dentro da área objeto? Faremos os cálculos de sedimentos em suspensão (CSS) e de fundo (CF) ao longo de ciclos hidrológicos anual (cheia/seca) utilizando da seguinte metodologia:

As coletas de amostra abarcarão um intervalo de 05 anos de monitoramento distribuídas em diferentes estágios do ciclo hidrológico. As amostras de sedimentos transportados em suspensão serão obtidas utilizando garrafas de van Dorn em pelo menos três eixos verticais

em cada seção transversal do canal, com duas amostras por eixo vertical (20 e 60% da profundidade) e três no talvegue, obtendo-se, logo no processo uma concentração média que constitui o dado hidrológico utilizado no cálculo de transporte de carga em suspensão.

O método de determinação da concentração de sedimentos suspensos utilizado consiste na filtragem de uma parte da amostra através de membrana de éster celulose de 0,45 µm de poro e 47 mm de diâmetro, e posteriormente secada e pesada. Todas as amostras serão preparadas e processadas em Laboratório.

Esse conjunto de dados obtidos será utilizado nos cálculos de transporte de sedimentos e elaboração de gráficos de distribuição das concentrações junto com os valores de vazão, bem como nos disponível no banco de dados HIDRO (Hidroweb).

Esses estudos devem ser complementados em trechos determinados do rio Araguaia abaixo da foz do rio do Peixe e do Caiapó, bem como no rio do Peixe, Caiapó e Garças na proximidade da foz no Araguaia, com o levantamento batimétrico de detalhe do canal principal a partir da utilização de ecossonda (Furuno-GP 1650F/DF50/200 kHz)/ADCP M9.

A determinação da vazão e velocidades do fluxo poderá ser realizada com ADCP (Acoustic Doppler Current Profile). Diversos parâmetros físico-químicos serão determinados *in situ* com sonda portátil multiparâmetros a exemplo do HORIBA (pH, Oxigênio dissolvido, Temperatura e Condutividade Elétrica) em distintos períodos do ciclo hidrológico.

O cálculo de transporte de carga em suspensão (C<sub>ss</sub>) poderá ser obtido da seguinte equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 \times Q \times C_{ss} = (\text{t/dia}) \quad (\text{Eq.1}),$$

onde,

Q = descarga líquida em m<sup>3</sup>/s (vazão),

C<sub>ss</sub> = concentração em mg/l, e

0,0864 = a constante resultante da divisão dos segundos diários por conversões de unidades de massa, de gramas a toneladas.

Para os sedimentos de fundo: As amostras de fundo serão coletadas com draga de Peterssen. As coletas serão feitas em seções transversais nas margens e no meio do canal. As amostras devem ser acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao laboratório.

A determinação granulométrica será feita através de um analisador de partículas a *laser*

(modelo Master Size 2000) ou com uso de peneiras vibratórias. Deverá ser estimados também os diâmetros médios dos grãos (d<sub>50</sub>). O período analisado será a princípio a mesma de duração do projeto Programa.

Dois métodos poderão ser utilizados para estimar os sedimentos de fundo: o método direto por deslocamento de dunas (STRUCKRATH, 1969) e o indireto por equação hidráulica (VAN RIJN, 1984).

**Batimetria:** Será utilizada ecossonda (sensor acústico), modelo Furuno GP1650F/DF (50/200 kHz – 12/24 VDC), acoplada a um microcomputador convencional para os levantamentos batimétricos transversais e longitudinais do canal.

Os perfis longitudinais devem ser realizados na margem esquerda, meio e margem direita. Para as distâncias dos perfis longitudinais os dados empíricos recomenda 1 km, navegando no sentido do fluxo e mantendo a mesma velocidade deste. Após seis (6) a sete (7) dias da primeira medição repete-se o procedimento, este procedimento se faz necessário para que seja detectada de forma confiável a migração das dunas.

**Vazão e Velocidade do Fluxo:** Para estimar estas duas variáveis será utilizado o Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), também conhecido como Correntômetro Acústico de Efeito Doppler.

É um instrumento que determina a velocidade do fluxo em perfis verticais. De acordo com o manual da RD Instrumentes (RDI 2001), o aparelho funciona com base no efeito Doppler, emite uma frequência de onda sonora de 600kHz, a uma velocidade de 1400- 1570 m/s, a qual, ao ser refletida por partículas em suspensão na água e do leito do rio, sofre alteração no comprimento de onda, modificando a frequência. O sinal de retorno é usado para estimar o deslocamento relativo do alvo (partículas em suspensão e leito do rio) em relação à fonte (barco).

Esses dados devem auxiliar no entendimento do modelo da dinâmica hidrogeológica, hidro-sedimentológica, bem como no entendimento da resiliência de superfície da paisagem de estabilidade dos taludes, vertentes, planícies de inundações e calhas fluviais.

Deve-se utilizar aerofotointerpretação, imageamento por VANT, dados satelitários da área, mapas hidrográficos, hidrogeológicos,

hidrosedimentológicos, morfosedimentares, geotectônicos, pedológicos, geotécnicos, topográficos, análise de investigações hidro geológicas/morfosedimentares eventualmente existentes como sondagens mecânicas e geofísicas, ensaios etc., dados de projetos semelhantes e quaisquer outros dados que caracterizem os maciços ocorrentes.

Deve-se levantar dados quanto à natureza da litologia, tais como: a textura e estrutura (acamadamento, xistosidade, porosidade, permeabilidade, atitudes), pendentes regionais e locais, dinâmica do freático, formação e idade a que pertence, morfologia, presença de formações superficiais e de maciços alterados e suas características.

Os locais das estações foram pré-determinadas utilizando-se de critérios tais como: Estar dentro de áreas prioritárias definidas pelo Juntos pelo Araguaia, geologia, dados de solo, geomorfologia, tectônica, topografia, rede hidrográfica, histórico de uso e ocupação do solo, pendente regional.

### RESULTADOS ESPERADOS

- identificação e monitoramento da morfologia do canal e a dinâmica do talvegue ao longo do ciclo hidrológico anual;

- identificação e monitoramento da vazão ao longo do ciclo hidrológico anual;
- quantificação da carga de sedimento de fundo e em suspensão ao longo do ciclo hidrológico por um período mínimo de cinco (05) anos;
- qualificação da hidrogeoquímica e mineral de sedimento de carga de fundo e em suspensão e estabelecer correlações com área fonte de sedimento;
- quantificação/qualificação e identificação de áreas fontes de sedimento;
- identificação da capacidade de transporte de sedimento pelo sistema fluvial ao longo de um ciclo hidrológico anual;
- construção de uma equação que estabeleça a relação entre concentração de sedimentos e vazão média diárias nas cinco (05) estações instaladas;
- qualificação e quantificação e espacialização de zonas com diferentes dinâmicas de transporte de sedimento (porta de entrada de sedimento no sistema hidrológico);
- estabelecer o balanço hídrico para região;
- validar/reajustar a recuperação da paisagem, água e solo do Programa, correlacionado o quantitativo de entrada de sedimentos no sistema hidrológico com as ações desenvolvidas ao longo do projeto.

### CRONOGRAMA

**Meses:** Cronograma mensal (mês 1 a mês 60)

- 01 a 06 base cartográfica preliminar e construção de bancos de dados.
- 07 a 12 Levantamento de campo e laboratório.
- 13 a 18 Validação dos pontos e instalação das estações fluviométricas de controle de carga de sedimento. Determinação dos dados de carga de fundo e em suspensão, batimetria e vazão no tempo zero (T0) tempo antes da implantação do projeto de recomposição vegetal e recuperação de solo e água.
- 19 a 24 Laboratório e validação em campo de dados, coleta de novos dados de carga de sedimento, vazão e batimetria da calha fluvial, calibração da topografia e validação dos pontos de controle de campo.
- 24 a 29 Laboratório e validação em campo de dados, coleta de novos dados de carga de sedimento, vazão e batimetria da calha fluvial calibração da cartografia e validação dos pontos de controle de campo.
- 30 a 40 Laboratório e validação em campo de dados, coleta de novos dados de carga de sedimento, vazão e batimetria da calha fluvial, calibração da cartografia e validação dos pontos de controle de campo, validação da eficiência/eficácia, reajuste do projeto de recuperação de solo e água.

- 40 a 50 Laboratório e validação em campo de dados, calibração da cartografia e validação dos pontos de controle de campo, validação da eficiência/eficácia, reajuste do projeto de recuperação de solo e água.
- 50 a 60 Laboratório e validação em campo de dados, calibração da cartografia e validação dos pontos de controle de campo, validação da eficiência/eficácia, reajuste do projeto de recuperação de solo e água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Sistema de Informações Hidrológicas**[online], URL:<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/HidroWeb.asp>.
- ALMEIDA, L. de. et al. **Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Série Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia-Goiás. 2006, 232p.
- AMARAL FILHO, Z. Influência da Pedologia no Mapeamento Geológico do Triângulo Mineiro. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Relatório Interno. Goiânia, 1982.
- Aquino, S. (2002) **Regime hidrológico e comportamento Morfohidráulico do rio Araguaia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Maringá. Maringá PR 2002.
- ARRUDA, B. M. (2000). **Projeto Corredor Ecológico Bananal-Araguaia**. MMA/. IBAMA. Brasília.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução. Coordenação Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Diogo Correa Filho. **Boletim nº 4**, 3a. Edição. São Paulo, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA; DIVISÃO DE GEOLOGIA; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE, 1995. 247 p.
- Barbalho, M. G. da S. (2002) **Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na Alta Bacia do rio Araguaia (GO/MT)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Bayer, Maximiliano **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do Rio Araguaia / Maximiliano Bayer – Goiânia, 2010**. 104f.
- : il. Tese (Doutorado) – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás.
- Bayer M. (2002). **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho**. 2002. p. 138. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2002.
- CARVALHO, T.M. 2004. **Aplicação de Modelos Digitais do Terreno (MDT) em Análises Macrogeomorfológicas: o Caso da Bacia Hidrográfica do rio Araguaia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, N1, 85-93p.
- CARVALHO, T.M. 2006. **Transporte de Carga Sedimentar no Médio rio Araguaia entre os rios Crixás-açú e Javaés**. P.110. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. CARVALHO, N.O. 1994. Hidrossedimentologia Prática. Editora da CPRM/Rio de Janeiro. 372p.
- Castro, S. S.; Xavier, L. S.; Barbalho, M. G. (2004) **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguinha: condicionantes dos processos erosivos lineares**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás,. 75 p.

Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006.

IRIONDO, M. 1986. **Modelos Sedimentarios de Cuencas Continentales**: las llanuras de Agradación. 1er. Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos; 1era Exposición de bienes y servicios producidos en Latinoamérica para la industria hidrocarburífera, Volumen I:81-98 Buenos Aires.

KOSTASCHUK, R.A.; VILLARD, P.V.; BEST, J.L. 2004. Measuring flow velocity and sediment transport with an acoustic Doppler current profiler. **Geomorphology**, v.68. 25-37p

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**: Organizado Por Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPRM/META-GO S.A./UnB). 200p. il.; + mapas “Projeto de Mapeamento Geológico Sistemático” “Executado pela CPRM - Serviço Geológico

do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia”. 1. Geologia Regional, 2. Recursos Minerais, 3. Economia Mineral, 4. Goiás I Silva Aurelene II. Rezende, Abelson. III.

LATRUBESSE, E. M. 2003. The Late Quaternary Paleohydrology of Large South American Fluvial Systems. In: **3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology**, 193-212.

LATRUBESSE, E. M., STEVAUX, J. C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, 129:109-127.

LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.; MORAIS, R.P. 2006. **The geomorphologic response of a large pristine alluvial river tremendous deforestation in the South American tropics**: the Araguaia case. *Earth Surface Process and Landforms*.

LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Z.Geomorph.N.F. Berlin, Suppl.-Bd.**129, 109-127p.

MUELLER, D.S. 2002. Field assessment of acoustic-Doppler based discharge measurements. *Proceedings of Hydraulic Measurements and Experimental Methods. American Society of Civil Engineers*. 95-102p.

OLIVEIRA, L. A. **Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás**: Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hidroquímica, Compo-

sição Isotópica e CFCs. Tese (Doutorado e Geociências), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília – DF, 2009.

RD Instruments, Inc. 2001. **WinRiver user’s guide**—USGS version: San Diego, Calif., RD.

SECRETÁRIA DE TRANSPORTE, SP, DIRETORIA DE ENGENHARIA: Departamento de Estrada de Rodagem: **Estudos geológicos**, 2006.

STRUCKRATH, T. 1969. Movimiento de las ondulaciones del lecho de río Paraná.

*Mitteilungen des Frazius Institue*. Editora da Universitat Hannover, v.1. 20p.

VAN RIJN, L.C. 1984. Sediment transport, Part I: Bed Load Transport. **Journal of Hydraulic Engineering**. ASCE. V.110. 23- 31p.

VALENTE, C. R., LATRUBESSE, E. M. 2007. Paleohydrological characteristics and river channel avulsions during Middle and Upper Pleniglacial in Bananal Basin, Brazil. **Quaternary Science Reviews** (in press).

Valente C. R, (2007) **Geotectonic, geologic evolution and regional geomorphology of the Araguaia river basin, Central Brazil**. Teses de Doutorado. CIAMB-UFG. 2007. 204 pp.

VAN RIJN, L.C. 1984. Sediment transport, Part I: Bed Load Transport. **Journal of Hydraulic Engineering**. ASCE. V.110. 23- 31p.

VAZ, L. F. Classificação Geológica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em

- Regiões Tropicais. Solos e Rochas. **Revista Brasileira de Geotecnia**. Volume 19, 1996. 20 p.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Modelagem dinâmica da paisagem aplicada na análise de uso do solo na bacia hidrográfica do rio vermelho, goiás, brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 6, 23 out. 2015.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás / Analysis of the landscape natural vulnerability relatively to the different levels of occupation in the.. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, 26 ago. 2014.
- SANTOS, A.R. **Geologia de Engenharia: Conceitos, Métodos e Prática**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002. 222 p.
- OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Editores). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1988. 586 p.
- TOGNON, A.A. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia**. ABGE, 1985. 139 p.

## ANEXO 23

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS FÍSICAS & EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO, VIVEIROS, PLANTIO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Descrição	Uni	Quant.
Análise de solo	uni	15000
Gerenciamento / fiscalização de obra (implantação de viveiro)	mês	12
Hora máquina barraginha	h	121600
Hora máquina terraceamento / subsolagem	h	93600
Instalação de poço artesiano	uni	6
Transporte de equipe (van) + motorista + combustível	vb	1080
Transporte de mudas, insumos e equipamentos (caminhão baú 3/4)	vb	108
Gerenciamento da obra	mês	18
Elaboração de projetos	vb	6
Alvenaria Bloco 14x19x29	m <sup>2</sup>	9600
Apiloamento e regularização	m <sup>2</sup>	1200
Piso em concreto 15 MPA armado com tela tipo radier Q92 (4.2mm) + lona Esp = 7cm	m <sup>3</sup>	3840
Estufa Agrícola Galvanizada de 16 x 30 metros, com Sistema de Micro Aspersão, Conjunto de 16 bancadas de 12 metros e Piso de Concreto Usinado desempenado com 5 cm de espessura.	uni	6
Telado Agrícola Galvanizada de 16 x 30 metros, com Sistema de Micro Aspersão, Conjunto de 16 bancadas de 12 metros e Piso de Concreto Usinado desempenado com 5 cm de Espessura	uni	6
Telhado galvanizado	m <sup>2</sup>	3840
Chapisco Externo	m <sup>2</sup>	4800
Caixa D`água 1000 L	uni	18

Descrição	Uni	Quant.
Instalação Hidráulica ( Para toda a estrutura )	vb	12000
Instalação Elétrica - Interruptores / Tomadas / Luminárias (Para toda Estrutura) Acabamento Simples	vb	1740
Pilar 3 metros (30x30)	uni	390
Vigas (20 x 30)	m	1950
Fundação (Blocos 60x60 + Estava 2m)	uni	390
Forro PVC	m <sup>2</sup>	216
Gesso Liso	m <sup>2</sup>	330
Porta Veneziana 70 x 2,10 + Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	6
Janela vidro temperado 2,00 x 1,30m + Grade	uni	18
Ar condicionado	uni	1
Instalação de prateleiras (Tábua de Pinus 30cm) + Mão francesa	m	108
Gesso Liso	m <sup>2</sup>	390
Janela vidro temperado 2,00 x 1,30m + Grade	uni	3
Forro em PVC	m <sup>2</sup>	75
Porta Veneziana 70 x 2,10 + Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	6
Ar condicionado	uni	6
Instalação de prateleiras (Tábua de Pinus 30cm) + Mão francesa	m	90
Bancadas Ardósia Esp 2,5cm L = 85 cm	m <sup>2</sup>	540
Chapisco Interno	m <sup>2</sup>	1740
Chapisco Interno	m <sup>2</sup>	3000
Porta Lambril 120 x 2,10 Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	6

Descrição	Uni	Quant.
Chapisco Interno	m <sup>2</sup>	360
Emboço Interno	m <sup>2</sup>	360
Gesso Liso	m <sup>2</sup>	450
Pintura Interna	m <sup>2</sup>	450
Porta Veneziana 0,60 x 2,10 + Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	24
Louças e Metais	vb	6
Cerâmica 30 x 30 cm PISO + Contra Piso	m <sup>2</sup>	210
Cerâmica 20 x 30 cm PAREDE CHUVEIRO	m <sup>2</sup>	150
Forro em PVC	m <sup>2</sup>	180
Janela vidro temperado 50 x 50cm + GRADE	uni	12
Cerâmica 20x30cm	m <sup>2</sup>	384
Contrapiso	m <sup>2</sup>	73,5
Porta Veneziana 0,90 x 2,10 + Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	12
Forro em PVC	m <sup>2</sup>	73,5
Instalação de prateleiras	m	279
Cerâmica Piso 30x30cm	m <sup>2</sup>	384
Instalação de ar-condicionado	vb	6
Forro em PVC	m <sup>2</sup>	210
Janela vidro temperado 120 x 130cm + GRADE	uni	6
Pintura Interna	m <sup>2</sup>	735
Porta Veneziana 0,90 x 2,10 + Pintura Tinta Esmalte Sintético	uni	6
Pia Inox Bojo Embutido	uni	6
Cerâmica Parede Pia	m <sup>2</sup>	12
Tanque em alvenaria	uni	6
Bancada suspensa para canteiro	m <sup>2</sup>	72000
Brita	m <sup>3</sup>	5580
Tratamento em taludes	m <sup>2</sup>	15600

Descrição	Uni	Quant.
Esteio Imunizado	uni	2904
Sombrite + aramado para amarração	m <sup>2</sup>	33000
Moto bomba 2CV.	uni	12
Filtro de disco 2"	uni	1
Manômetro de glicerina com acessórios para adaptação	uni	12
Conjunto de tomadas e disjuntores	kit	6
Conjunto moto bomba gasolina 2"	uni	6
Kit de peças e acessórios para montagem do sistema . ( Kit de irrigação)	kit	6
Micro aspersor rotor rain ½"	uni	1.740
Luvas mista 20mm x ½"	uni	1.740
Te 32mm x 25mm	uni	1.020
Tubos subida 1,5mts x 20mm	uni	1.740
Colar de tomada 50mm x 1"	uni	210
Bucha de redução 32mm x 25mm	uni	210
Tê 25mm	uni	1.080
Joelhos 90° 25mm	uni	270
Joelhos 32mm	uni	210
Adaptador 32mm x 1"	uni	210
Bucha redução 25mm x 20mm	uni	2.280
Tubos PVC 32mm	uni	900
Tubos PVC 25mm	uni	840
Tubos PVC 50mm	uni	540
Registros 32mm	uni	240
Kit de conexões, peças e acessórios para montagem parte hidráulica. ( Kit de irrigação)	kit	18
Mão de obra de assistência técnica e montagem	vb	36
Logística de assistência técnica implantação de irrigação	vb	36
Diária de assistência técnica implantação de irrigação	vb	72
Balança de precisão digital para análise de serapilheira	uni	20

Descrição	Uni	Quant.
Balança de precisão digital para sementes	uni	24
Baldes diversos tamanhos	vb	30
Câmara germinadora 270L	uni	24
Carteira Universitária Plástica Azul	uni	240
Mesa secretária	uni	20
Cadeira secretária	uni	10
Lixeira	uni	40
Mesa 1,70x1,60m	uni	18
Cadeira de Espera	uni	18
Cadeira da recepcionista	uni	6
Armário	uni	24
Impressora	uni	12
Telefone + ramal	uni	12
Cadeira executivo	uni	12
Cadeira reunião	uni	40
Mesa de Reunião 3,20x1,20m	uni	6
Bebedouro	uni	6
Geladeira	uni	6
Micro-ondas	uni	6
Fogão 4 bocas	uni	6
Conjunto copa (Mesa com 4 cadeiras)	uni	6
Armário copa	uni	6
Lixeira copa	uni	6
Armário de aço 16 portas vestuário	uni	12
Cadeado	uni	100
Estante de aço	uni	20
Câmara para conservação de sementes e frutos,	uni	6
Escarificador de semente	uni	6

Descrição	Uni	Quant.
Soprador Modelo South Dakota. Para qualificação de sementes por meio de ar, funciona com tubo ventoinha elétrica. Possui conjunto de tubos de acrílico retos	uni	6
Geladeira Frost Free, 375 litros	uni	6
Sistema de purificação por Osmose reversa, com produção de no mínimo 10litros/hora.	uni	6
Separador de sementes	uni	6
Lupas de bancada	uni	24
Condutímetro de bancada para medição de Condutividade em água (S/cm), álcool (S/m), STD - Sólidos totais dissolvidos	uni	6
pHmetro de bancada para medição de pH na faixa de -2 a 20 pH.	uni	6
Capela de exaustão projetado para eliminar problemas de vapores tóxicos em laboratórios. Largura: 82 cm, Altura: 85 cm, Profundidade: 62 cm.	uni	6
Caixa Gerbox para germinação 11x11x3,5cm (LxCxA)	uni	900
Béquer, material: polipropileno, graduação: graduado, capacidade: 2000 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: polipropileno, graduação: graduado, capacidade: 1000 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: polipropileno, graduação: graduado, capacidade: 500 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: polipropileno, graduação: graduado, capacidade: 250 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: polipropileno, graduação: graduado, capacidade: 100 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: vidro, graduação: graduado, capacidade: 2000 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36

Descrição	Uni	Quant.
Béquer, material: vidro, graduação: graduado, capacidade: 1000 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: vidro, graduação: graduado, capacidade: 500 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: vidro, graduação: graduado, capacidade: 250 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Béquer, material: vidro, graduação: graduado, capacidade: 100 ml, formato: forma alta, adicional: com orla e bico	uni	36
Balão laboratório, tipo uso: volumétrico, tipo fundo: fundo chato, material: vidro, capacidade: 100 ml, acessórios: rolha de plástico	uni	36
Balão laboratório, tipo uso: volumétrico, tipo fundo: fundo chato, material: vidro, capacidade: 250 ml, acessórios: rolha de plástico	uni	36
Balão laboratório, tipo uso: volumétrico, tipo fundo: fundo chato, material: vidro, capacidade: 1000 ml, acessórios: rolha de plástico	uni	36
Gral, material: porcelana, capacidade: cerca de 180 ml, acessórios: com pistilo de porcelana, diâmetro: 10,3 cm	uni	36
Pinça, material: aço inoxidável, modelo: anatômica, tipo ponta: ponta fina, comprimento: 10 cm	uni	60
Pinça anatômica, formato ponta: ponta reta, tipo ponta: serrilhada, comprimento total: cerca de 12 cm, material: aço inoxidável.	uni	60
Bastão de vidro, dimensões: cerca de 100 x 450 mm	uni	60
Vidro relógio, formato: côncavo, diâmetro: cerca de 7,5 cm	uni	60
Proveta de plástico com capacidade para 1000mL	uni	40
Proveta de plástico com capacidade para 500mL	uni	40
Proveta de plástico com capacidade para 100mL	uni	40
Bandeja plástica com no mínimo 28x42x7,5cm de dimensão	uni	115
Bandeja plástica com no mínimo 22x30x6cm de dimensão	uni	115

Descrição	Uni	Quant.
Betoneira 400 Litros Monofásico 2HP com Chave de Segurança	uni	6
Lavadora de Alta Pressão 220V 1850 Libras	uni	6
Mesa para compactação de substrato em tubetes confeccionada em perfis metálicos, por sistema de chave liga-desliga	uni	6
Podão Cordel Aéreo 32 MM	uni	120
Haste para o podão	uni	150
Kit coleta de sementes com tesoura. Bahco 34-27A, cabo 7m e Óculos 100C	uni	60
Saco plástico para produção de mudas com tamanho de 22x17cm (Altura x largura). Pacote de 1Kg (Aproximadamente 200 unidades)	uni	90000
Clinômetro digital smart angle magnético	uni	8
Compressor de ar comprimido	uni	1
Clorofilômetro CCM2001 + taxa de importação	uni	6
Sistema de Análise de Cobertura Vegetal – SS1-COM-RL4 + taxa de importação	uni	2
Bloco Digestor para Tubo Micro	uni	4
Estufa com Circulação e Renovação de Ar – 1152 L	uni	2
Estufa de Secagem e Esterilização – 100 L	uni	3
Forno Mufla 16 L	uni	1
Moinho de Facas Macro. Tipo Willey	uni	1
Moinho de Facas para Couro Folhas de Fumo Resinas Plásticas e Madeira	uni	1
Sistema de Purificação de Água Osmose Reversa	uni	2
pHmetro Portátil	uni	2
Condutivímetro Portátil	uni	2
Medidor de Condutividade e pHmetro de Bancada	uni	1
Dispensadores de Volume	uni	7
Bureta Digital	uni	1
Balança Analítica	uni	1

Descrição	Uni	Quant.
Balança Semi-Analítica	uni	1
Balança Digital a Bateria de Campo – 150 kg	uni	2
Deionizador	uni	1
Capela para Preparo de Solução	uni	1
Carrinho para transporte de mudas	uni	12
Notebook 16GB RAM + 1TB + 256 SSD	uni	12
Notebook 8GB RAM + 1TB	uni	100
Computador <i>desktop</i> 8GB RAM + 1TB	uni	30
Drone (VANT) com lente otimizada 4k	uni	10
Equipamentos e ferramentas para transporte e mistura de insumos (bombona, medidores, de insumos, caixa d'agua, etc).	vb	36
Equipamentos e ferramentas para transporte e mistura de insumos (bombona, medidores, de insumos, caixa d'agua, etc).	vb	60
Equipamentos manuais (alavanca, enxada, facão, tesoura, etc).	vb	48
Equipamentos manuais (pá, alavanca, enxada, etc).	vb	48
Esmeril	uni	12
Paquímetro digital	uni	20
Perfurador de solo + manutenção preventiva	uni	42
Plantadeira de mudas manual tubo100mm p/500ml gel + 15l capacidade	uni	64
Projetor multimidia	uni	15
Receptor GPS para georreferenciamento + pilhas e carregador	uni	100
Roçadeira costal + manutenção preventiva	uni	80
Soprador de sementes	uni	12
Trado manual para coleta de solo	uni	50
Trena eletrônica 40m	uni	36
Trena manual 50m	uni	36

## ANEXO 24

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS

Descrição	Uni	Quant.
Supervisor Operacional de Geoprocessamento	mês	60
Profissional para Interpretação de Imagens (3 pessoas)	mês	24
Especialista em análise de bioma para identificação de classes de cobertura da terra	mês	24
Armazenamento de dados em nuvem	mês	60
Curso de Especialização e Geoprocessamento aplicado a recuperação de áreas degradadas	h	450
Custos com manutenção dos viveiros (ferramentas, fretes diversos, serralheria, manutenção preventivas de sistema de irrigação)	mês	60
Desenvolvimento de aplicativos de SIG	vb	1
Desenvolvimento de banco de dados de SIG	vb	1
Despesas acessórias para aquisição de equipamentos de monitoramento hidrológico (transporte nacional, internacional, armazenagem (infraero), contratação de seguro, etc.); Despesas administrativas e operacionais	vb	1
Despesas com ajustes, verificações, calibrações (81 estações)	vb	1
Diárias para equipe de campo na construção da curva-chave (a cada 15 dias, 2 anos, 2 pessoas, 41 pontos = 3936 diárias)	uni	3936
Diárias para manutenção e inspeção das estações (uni. Dias [1 pessoa*81 estações *10 anos*12 meses/ano=9720 diárias)	uni	9720
Mão-de-obra para instalação das estações (mão-de-obra: instalar cerca e grama) (Uni. Hora/homem) - 81 pontos ; 12hs/ponto=	uni	972

Descrição	Uni	Quant.
Mão de obra para instalação de estações de monitoramento hidrológico	vb	1
Sistema de formulários para levantamento de dados de campo (APP)	mês	60
Suporte técnico de Infra + TI de CPD	mês	60
Treinamento para operação de VANT	vb	1
Servidor com dois processadores + Sistema de armazenamento de dados storage + Tape library + Appliance	uni	2
Servidor para componente Web e metadados	uni	2
Workstation para processamento <i>desktop</i>	uni	20
Nobreak bivolt	uni	2
Plotter jato de tinta colorida	uni	2
Switch	uni	2
VANT asa-fixa, habilitado para correção RTK/PPK, com sensor aerofotogramétrico RGB de alta precisão com 1", resolução de 5472 x 3648 pixels (3:2), 20 MP, com FOV total de 154°, sendo 64° óptico e 90° mecânico.	uni	2
VANT multi-rotor (pequeno/portátil), com sensor RGB incluído.	uni	6
VANT multi-rotor, com maior capacidade de carga, incluindo flexibilidade para troca de sensores (ex. RGB, multispectral e LIDAR).	uni	2

Descrição	Uni	Quant.
Câmera multiespectral (incluindo banda termal), com os seguintes comprimentos de onda: Azul (centro de 475 nm, largura de banda de 20 nm); Verde (centro de 560 nm, largura de banda de 20 nm); Vermelho (centro de 668 nm, largura de banda de 10 nm); RedEdge (centro de 717 nm, largura de banda de 10 nm); Infravermelho Próximo (centro de 840 nm, largura de banda de 40 nm); Infravermelho Térmico (LWIR 8000-14000 nm), todas as bandas calibradas radiometricamente (acompanhada de placa calibradora).	uni	2
Imagens de satélite de alta resolução espacial. Valores baseados para imagens Spot 6 ou 7, com 1,5 m/pixel, negociadas por km <sup>2</sup> , considerando uma área de ~ 5.200 km <sup>2</sup> (Alta bacia do Rio Araguaia).	ha	54200
Par de GNSS Geodésico RTK/PPK.	uni	2
Sistema sensor LiDAR para plataformas aéreas não tripuladas.	uni	1
Computador <i>desktop</i> . Processador Intel i9 ou AMD Ryzen, com no mínimo 4700 MHz, placa de vídeo dedicada de 8 GB a 16 GB, memória RAM de 64 GB, SSD NAND M.2 de 1 TB para sistemas operacionais e disco rígido de 4 TB, @ 7200 rpm	uni	2
Computador <i>notebook</i> . Processador Intel i7 ou i9, quadcore, placa de vídeo integrada 4 a 8 GB, memória RAM de 8 a 16 GB, SSD NAND M.2 de 256 GB e disco rígido de 1 TB, @ 7200 rpm	uni	4
<i>Tablet</i> , sistema IOS, Tela Multi-Touch de 8 polegadas (na diagonal) retroiluminada por LED		
Resolução de 2048 x 1536 pixels, com GPS integrado.	uni	1
<i>Software</i> para geração de mapas e análises espaciais - Sistema de Informação Geográfica (licença não acadêmica, flutuante, para até 5 usuários)	uni	1

## ANEXO 25

### ESTRUTURAS DE GESTÃO & COORDENAÇÕES

Descrição	Uni	Quant.
Coordenador de Planejamento e Controle e Operações	mês	60
Coordenador Financeiro	mês	60
Coordenador Geral	mês	60
Coordenador Operacional de Implementação	mês	60
Coordenador Operacional de Monitoramento e Manutenção	mês	60
Coordenador Operacional de Produção de Sementes e Mudas	mês	60
Coordenador Técnico	mês	60
Supervisor Administrativo	mês	60
Supervisor Compliance	mês	60
Supervisor de Relações Institucionais	mês	60
Supervisor de planejamento e controle	mês	60
Consultor de desenvolvimento de sementes	mês	60
Consultor de desenvolvimento de mudas	mês	60
Consultor de desenvolvimento de recomposição da vegetação nativa	mês	60
Consultor de conservação do solo e da água	mês	60
Coordenador de fitossociologia e micorrizas	mês	24
Consultor de planejamento e controle de projeto	mês	60
Consultor de política ambiental e governança	mês	60
Consultor de compliance	mês	60

## ANEXO 26

### ESTRUTURAS DE ADMINISTRAÇÃO, CONTROLES, COMPRAS & ESTOQUES

Descrição	Uni	Quant.
Supervisor Administrativo	mês	60
Supervisor de RH	mês	60
Supervisor de Suprimentos e Infraestrutura	mês	60
Supervisor Financeiro	mês	60
Serviços jurídico	mês	60
Estagiário de compras	mês	60
Estagiário de DP	mês	60
Estagiário de Financeiro	mês	60
Analista de prestação de contas	mês	60
Analista de RH	mês	60
Analistas de apoio de campo do DP	mês	60
Advogado	mês	60
Analista de compras (4 pessoas)	mês	60
Analista de contas a pagar (2 pessoas)	mês	60
Analista de DP (3 pessoas)	mês	60
Supervisor de Segurança do Trabalho	mês	60
Serviços jurídico	mês	60
Serviços de Contabilidade	mês	60
Aluguel de escritório + água + energia + internet + manutenção	mês	60
Consultor de assuntos jurídicos	mês	60

## ANEXO 27

### ESTRUTURAS DE LOGÍSTICA E VEÍCULOS

Descrição	Uni	Quant.
Diárias de alimentação e hospedagem para implementação de projetos de recomposição da vegetação nativa e conservação de solo	Uni	132000
Alimentação de equipe de campo	Uni	337920
Diárias de alimentação e hospedagem para monitoramento através de VANT	Vb	7920
Passagens aéreas	Vb	600
Diárias de alimentação e hospedagem para instalação de estações de monitoramento hidrológico	uni	50
Diárias de alimentação e hospedagem para monitoramento hidrológico	uni	300
Pequenos deslocamentos (aplicativos, taxi, etc)	vb	2000
Locação de veículo Caminhoneta CD 4x4 + plotagem + seguro + rastreador + manutenção preventiva	uni	2820
Locação de veículo popular + plotagem + seguro + rastreador + manutenção preventiva	uni	750
Locação de veículo SUV 4x4 + plotagem + seguro + rastreador + manutenção preventiva	uni	2100
Locação de veículo utilitário 4x2 + plotagem + seguro + rastreador + manutenção preventiva	uni	600

## ANEXO 28

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE MONITORAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO

Descrição	Uni	Quant.
Engenheiro especialista de monitoramento hidrológico	Vb	130
Técnico de campo para monitoramento hidrológico (8 pessoas)	Vb	364
Supervisor de monitoramento	Mês	60
Técnico de campo para monitoramento através de vant (6 pessoas)	Mês	60
Especialista de campo para monitoramento através de vant (4 pessoas)	Mês	60
Encarregado de monitoramento (10 pessoas)	Mês	48
Consultor de monitoramento hidrológico	Mês	60
Coletor de dados cr300 -40c a 70c 06 se ou 3 dif 4mb com wi fi 2.4Ghz		81
Painel solar fotovoltaico de 20 watts cabo 6 m e suporte		81
Bateria selada 12vdc - 24ah com suporte		81
Regulador de voltagem 12v		81
Caixa selada 12 x 14 polegadas com 2 conduites e suporte para torre		81
Sensor temperatura e umidade relativa -40c a 70c com cabo de 3,5 m		16
Abrigo termométrico de 6 pratos		16
Sensor de velocidade 0 a 50m s e direcao do vento com cabo de 4m		16
Suporte ângulo reto em aço inox		16
Piranômetro rad global de silício fx de 0a1750 w m <sup>2</sup> acurácia 5 da radiac total diar cabo 3,5 m		16
Base de nivelamento para piranômetro		16

Descrição	Uni	Quant.
Suporte para sensor de radiação		16
Pluviômetro de bascula 0-50- mm/h 0.1Mm/tip com cabo de 10 m		81
Suporte para pluviômetro 14 m		81
Tripé em aço galvanizado de 2 a 3 m com kit de aterramento (para 16 estações meteorológicas e 41 fluviométricas)		81
Braço de alumínio para fixação de sensores em torre ou tripé 1,2 m (para 16 estações meteorológicas e 41 fluviométricas)		57
Vertedor triangular ou retangular - especificações tabela 1 (um para cada nascente)		25
Sensor do tipo radar ultrassônico 0,10 a 5m.C.A (vertedor) (um para cada nascente)		25
Marco de referência (2 em cada uma das 25 nascentes e 2 em cada uma das 41 estações fluviométricas)		132
Sensor de nível tipo transdutor de pressão submersível 0 a 20m.C.A(poço) (5 poços em cada uma das 25 nascentes e 41 nos rios)		166
Transmissor satelital goes cs2 v2 -40 a 55 oc camp sci; antena gps 27dbi 3v magnética com conector sma 5 m cabo camp sci; antena goes 11 dbi yagu rhcp com suporte camp sci		81
Sensor barométrico 600 a 1100 hpa (em cada uma das 41 estações fluviométricas)		66

Descrição	Uni	Quant.
Riversurveyor (500, 1000 e 3000khz ) com hydroboard e acessórios (cabos de comunicação; baterias e carregadores; cabos de antena; antena e rádio bluetooth; conversores de dados- <i>softwares</i> )(para os 12 pontos de mananciais estreitos)		1
Riversurveyor (500, 1000 e 3000khz ) e acessórios (cabos de comunicação; baterias e carregadores; cabos de antena; antena e rádio bluetooth; conversores de dados- <i>softwares</i> ) , barco de alumínio com motor e acessórios 15 hp(para 29 pontos de mananciais largos) - 3 equipes		3
Modulo gps rtk (prn-rtk) e acessórios (pcm ; rover; 2 antenas gps com cabos; 2 antenas de rádio com cabos; suportes) - um para cada riversurveyor		4
Sonda multiparamétrica com reagentes e sensores para medição de temperatura (-5 a 50°C ), turbidez (0 a 4000 fnu ), oxigênio dissolvido (0 a 50 mg/ l ) e condutividade elétrica (0 a 200 ms/cm ) (um para cada uma das 4 equipes)		3
Medidor de vazão flowtracker 10 mhz -( um para cada uma das 4 equipes)		3
Régua limimétrica e suporte - 10 por ponto de estação fluviométrica no rio		410
Computador portátil (um para cada uma das 4 equipes)		4
Impressora a <i>laser</i>		1
Tubos de aço galvanizado (4" ; barra 6 m) (poço)		60
Tampa especial para tubo metálico de 4" (poço)		125
Tubo de esgoto 200 mm (barra de 6m) (poço)		25
Manta geotéxtil gramatura 500 (rolo de 50 m) (poço)		3
<i>Software para datalogger</i>		1
Tela para instalação das estações (uni. Rolo tela 1,0x25 m) - para pontos		81

Descrição	Uni	Quant.
Moerões de madeira para instalação das estações e pluviômetros (uni. N° moerões 2,2 m x 8/10; 16 moerões/ estação=16*16=256 moerões; 8 moerões/fuviométrica e pluviômetro=8*65=520 moerões) - para pontos		776
Grama para instalação das estações e pluviômetros (grama=75 m²/estação; 25 m²/pluviômetro) (uni.M2)		2025
Material e serviço para construção do cercado (poços)		125

## ANEXO 29

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, DESENVOLVIMENTO & FORTALECIMENTO DE CAPACIDADES

Descrição	Uni	Quant.
Coordenador de ATER (2 pessoas)	mês	60
Engenheiro Sênior de ATER (4 pessoas)	mês	60
Engenheiro Junior de ATER (12 pessoas)	mês	60
Técnico de ATER (30 pessoas)	mês	60

## ANEXO 30

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE COMUNICAÇÃO

Descrição	Uni	Quant.
Analista de comunicação	mês	60
Auxiliar de comunicação	mês	60
Supervisor de Comunicação	mês	60
Serviços de design gráfico + impressões especiais	mês	60
Serviços de Fotografia + imagens + edições de materiais institucionais	mês	60

## ANEXO 31

### DETALHAMENTO DE ITENS E QUANTITATIVOS A SEREM UTILIZADOS EM ESTRUTURAS DE CAMPO

Descrição	Uni	Quant.
Analista socioambiental (20 pessoas)	mês	60
Analistas de Implantação (10 pessoas)	mês	60
Apropriador (40 pessoas)	mês	36
Assistente de Segurança do Trabalho	mês	60
Auxiliar de produção de campo (400 pessoas)	mês	48
Coletor de sementes (20 pessoas)	mês	48
Coletor de Sementes Sênior (20 pessoas)	mês	48
Encarregado de implementação (30 pessoas)	mês	48
Analista de conservação de solo	mês	48
Motorista	mês	60
Vigias (15 pessoas)	mês	60
Analista de Manutenção (5 pessoas)	mês	60
Encarregado de Manutenção (10 pessoas)	mês	48
Supervisor de Implantação	mês	60
Supervisor de Mobilização	mês	60
Supervisor de produção de mudas	mês	60
Ácido indol-3-butírico, aspecto físico cristal incolor à levemente esbranquiçado, inodoro, fórmula química $C_{12}H_{13}NO_2$ , peso molecular 203,24, teor de pureza mínima de 99%, característica adicional reagente, número de referência química cas 133-32-4. Frascos de 5g	uni	50
Ácido sulfúrico, aspecto físico líquido incolor, inodoro, viscoso, cristalino, fórmula química $H_2SO_4$ , massa molecular 98,09, grau de pureza mínima de 95%, característica adicional reagente p.a. / acs iso, número de referência química cas 7664-93-9. Frasco de 1L	uni	50

Descrição	Uni	Quant.
Adubo NPK	sc	15480
Adubo orgânico	ton	2000
Calcário	ton	1900
Fosfato	ton	2100
Água oxigenada 10 volumes - 100lm	uni	2000
Álcool etílico, tipo hidratado, teor alcoólico 70% (70 gl), apresentação líquido (L)	uni	150
Análise de Substrato/Composto Orgânico (Caracterização Química)	uni	600
Arame farpado	m	
Bandejas 54 células	uni	55000
Cesta básica	uni	10800
Conjunto de Baterias para Estabilizador do Absorção Atômica	uni	6
Fosfato de potássio monobásico anidro p.a. Frasco de 500g	uni	60
Fosfato de sódio monobásico anidro p.a. Frasco de 500g	uni	30
Gás Acetileno para Absorção Atômica	uni	20
Insumos e utensílios para germinação	mês	288
Kit Refis p/ Deionizador	uni	20
Lâmpadas para Absorção Atômica	uni	20
Mourão 2m 6-8cm	uni	1700000
Mourão 2m 8-10cm	uni	170000
Uniforme + EPI's para equipes táticas e estratégicas	uni	400
Uniforme + EPI's para equipes operacionais	uni	1750

Descrição	Uni	Quant.
Uniforme + EPI's para equipes administrativas	uni	400
Kit primeiros socorros	uni	1000
Papel mata borrão (10,5 x 10,5cm) caixa com 1000 unidades (Papel para germinação)	uni	20
Papel para germinação de sementes 28x38cm. Caixa com 1000 unidades (Papel germitest)	uni	10
Reagentes Químicos (Análises Químicas de Tecidos Vegetais e para Hidroponia)	uni	1.000
Reservatório de Água para Hidroponia – 200 L	uni	60
Substrato	sc	195000
Super Fosfato Simples	sc	16640
Trifeniltetrazólio, aspecto físico pó branco, levemente amarelado, fórmula química $C_{19}H_{15}ClN_4$ (cloreto 2,3,5-trifenil-2h-tetrazólio), peso molecular 334,81, grau de pureza mínima de 98%, número de referência química cas 298-96-4. Frasco de 10g	uni	60
Tubete 120cm <sup>3</sup>	mil	4000
Tubete 180cm <sup>3</sup>	mil	10000
Vasos Plásticos para Hidroponia	uni	6.085
Vidrarias	uni	200

## ANEXO 32 DETALHAMENTO DO ORÇAMENTO DO PROGRAMA JUNTOS PELO ARAGUAIA

Detalhamento do orçamento disponível pelo link:

<https://bit.ly/3gskT3V>

ou pelo QRCode:





MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL







SEMAD  
Secretaria de  
Estado de  
Meio Ambiente e  
Desenvolvimento  
Sustentável



SEMA  
Secretaria  
de Estado de  
Meio Ambiente



Governo de  
**Mato  
Grosso**

**UFV**  
Universidade Federal de Viçosa

MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL