



Eletrobras



ENGECONSULT

# RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE APP HÍDRICAS

**CONTRATO N.º 4500082252**

Numeração interna: EC 368

## **Relatório Técnico Propositivo: Rio Pará**

Elaboração de “projetos-tipo” de recuperação ambiental de APP hídricas e prevenção/mitigação/correção de processos erosivos em áreas críticas das Bacias dos Rios São Francisco e Parnaíba.

**JULHO - 2025**



REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VERIFICAÇÃO	VALIDAÇÃO
02	30/07/2025	Atendimento ao parecer	T.T.	D.F.
01	21/07/2025	Alterações no texto	T.T.	D.F.
00	10/04/2025	Emissão Inicial	T.T.	D.F.

Elaboração de “projetos-tipo” para recuperação ambiental de APP hídricas e prevenção/mitigação/correção de processos erosivos em áreas críticas nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba

## RELATÓRIO TÉCNICO PROPOSITIVO: RIO PARÁ

ELABORADO:	<b>Bárbara Moraes Henrique Morador Vanessa Nunes</b>	VALIDADO:	<b>Daniel Fernando Barreto de Andrade Lima</b>
VERIFICADO:	<b>Telma Rocha Torreão</b>	COORDENADOR GERAL:	<b>Daniel Fernando Barreto de Andrade Lima</b>
		ART Nº:	<b>PE20251271570</b>
		CREA Nº:	<b>1805021702 - RNP</b>

Nº CONTRATO:	<b>4500082252</b>	DATA:	<b>30/07/25</b>	PÁGINAS:
CÓDIGO DO DOC:	<b>EC368-RPR-BHPR-R02</b>	REVISÃO:	<b>R02</b>	<b>167</b>

## APRESENTAÇÃO

A **ENGECONSULT**, vencedora da concorrência para contratação de empresa especializada para Elaboração de “projetos-tipo” para recuperação ambiental de APP hídricas e prevenção/mitigação/correção de processos erosivos em áreas críticas nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba, vem apresentar o **Relatório Técnico Propositivo: Rio Pará** contendo metodologias e ações prioritárias para a recuperação das áreas e outros aspectos relevantes.

O presente Relatório Técnico Propositivo está dividido em 5 capítulos, sendo eles:

1. Introdução;
2. Adequação ambiental em imóveis rurais;
3. Recuperação das áreas degradadas e em processo erosivo do solo;
4. Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG; e
5. Dinâmica de monitoramento das áreas recuperadas.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	15
1.1 ÁREA DE ESTUDO	15
<b>2. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM IMÓVEIS RURAIS</b>	18
2.1 O CADASTRO AMBIENTAL RURAL	18
2.2 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A BACIA DO RIO PARÁ	20
2.2.1 Análise preliminar do CAR	20
2.2.2 Regularização ambiental	20
<b>3. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS E EM PROCESSO EROSIVO DO SOLO</b>	46
3.1 METODOLOGIAS E ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	46
3.2 RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	71
3.2.1 Muvuca de Sementes	72
3.3 INFILTRAÇÃO	77
3.3.1 Terraceamento	77
3.4 RETENÇÃO DE SEDIMENTOS	79
3.4.1 Paliçada	80
3.5 DEGRADAÇÃO DE NASCENTES	81
3.6 ÁREAS DE ACORDO COM AS SOLUÇÕES	82
3.7 CONCLUSÃO	106
<b>4. PROGRAMA DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) EM PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ/MG</b>	109
4.1 INTRODUÇÃO	109
4.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA	109
4.3 JUSTIFICATIVA	110
4.4 OBJETIVOS	111
4.5 METAS	111
4.6 SITUAÇÃO ATUAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	111
4.7 METODOLOGIA	126
4.8 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS	134
4.9 CONTATOS DAS PREFEITURAS E RESPECTIVAS SECRETARIAS MUNICIPAIS	136
4.10 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS NA ÁREA DE INTERESSE	144
4.11 CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO	144
4.12 RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS	146
4.13 ESTIMATIVA DE CUSTOS	147
4.14 POSSÍVEIS FONTES DE FINANCIAMENTO	149
4.15 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	150

4.16	BIBLIOGRAFIA RELACIONADA .....	150
4.17	OUTRAS INFORMAÇÕES.....	151
5.	DINÂMICA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS RECUPERADAS .....	154
5.1	A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO POR SATÉLITES NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	154
5.2	OBJETIVOS .....	154
5.3	METODOLOGIA .....	155
5.3.1	Imagens de Satélite Planet .....	155
5.3.2	Índices de Vegetação .....	155
5.3.3	Sensoriamento Remoto com Drones.....	156
5.3.4	Análises Geoespaciais.....	157
5.4	INDICADORES DE AVALIAÇÃO .....	158
5.5	PLANO DE MONITORAMENTO.....	160
5.5.1	Coleta de Dados .....	160
5.5.2	Processamento e Análise .....	161
5.6	AVALIAÇÃO E AJUSTES .....	161
5.7	RESULTADOS ESPERADOS .....	162
5.8	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	162
6.	REFERÊNCIAS.....	163

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Localização da área de estudo .....	16
Figura 2-1: Fluxograma do processo de registro no CAR .....	19
Figura 2-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 1 .....	23
Figura 2-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 2 .....	24
Figura 2-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 3 .....	25
Figura 2-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 4 .....	26
Figura 2-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 5 .....	27
Figura 2-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 6 .....	28
Figura 2-8: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 7 .....	29
Figura 2-9: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 8 .....	30
Figura 2-10: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 9 .....	31
Figura 2-11: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 10 .....	32
Figura 2-12: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 11 .....	33
Figura 2-13: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 12 .....	34
Figura 2-14: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 13 .....	35
Figura 2-15: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 14 .....	36
Figura 2-16: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 15 .....	37
Figura 2-17: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 16 .....	38
Figura 2-18: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 17 .....	39
Figura 2-19: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 18 .....	40
Figura 2-20: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 19 .....	41
Figura 2-21: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 20 .....	42
Figura 2-22: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 21 .....	43
Figura 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 1 .....	50

Figura 3-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 2.....	51
Figura 3-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 3.....	52
Figura 3-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 4.....	53
Figura 3-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 5.....	54
Figura 3-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 6.....	55
Figura 3-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 7.....	56
Figura 3-8: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 8.....	57
Figura 3-9: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 9.....	58
Figura 3-10: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 10.....	59
Figura 3-11: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 11.....	60
Figura 3-12: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 12.....	61
Figura 3-13: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 13.....	62
Figura 3-14: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 14.....	63
Figura 3-15: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 15.....	64
Figura 3-16: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 16.....	65
Figura 3-17: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 17.....	66
Figura 3-18: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 18.....	67
Figura 3-19: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 19.....	68
Figura 3-20: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 20.....	69
Figura 3-21: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 21.....	70
Figura 3-22: Exemplo de sementes utilizadas em muvuca .....	73
Figura 3-23: Exemplo de terraceamento .....	78
Figura 3-24: Exemplo de paliçada .....	81
Figura 3-25: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 1.....	86
Figura 3-26: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 2.....	87
Figura 3-27: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 3.....	88
Figura 3-28: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 4.....	89
Figura 3-29: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 5.....	90
Figura 3-30: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 6.....	91
Figura 3-31: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 7.....	92
Figura 3-32: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 8.....	93
Figura 3-33: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 9.....	94
Figura 3-34: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 10.....	95
Figura 3-35: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 11.....	96
Figura 3-36: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 12.....	97
Figura 3-37: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 13.....	98
Figura 3-38: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 14.....	99
Figura 3-39: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 15.....	100
Figura 3-40: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 16.....	101
Figura 3-41: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 17.....	102
Figura 3-42: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 18.....	103
Figura 3-43: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 19.....	104
Figura 3-44: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 20.....	105
Figura 4-1: Distribuição das APPs em condição crítica segundo os municípios .....	115
Figura 4-2: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmo da Mata.....	116
Figura 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmo do Cajuru .....	116

Figura 4-4: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmópolis de Minas .....	117
Figura 4-5: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Cláudio .....	117
Figura 4-6: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Conceição do Pará .....	118
Figura 4-7: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Divinópolis.....	118
Figura 4-8: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Igaratinga.....	119
Figura 4-9: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itaguara .....	119
Figura 4-10: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itapeçerica ....	120
Figura 4-11: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itatiaiuçu .....	120
Figura 4-12: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itaúna .....	121
Figura 4-13: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Leandro Ferreira .....	121
Figura 4-14: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Nova Serrana	122
Figura 4-15: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Onça de Pitangui .....	122
Figura 4-16: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Pará de Minas	123
Figura 4-17: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Passa Tempo	123
Figura 4-18: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Piracema .....	124
Figura 4-19: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Pitangui .....	124
Figura 4-20: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – São Gonçalo do Pará .....	125
Figura 4-21: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – São Sebastião do Oeste .....	125
Figura 4-22: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Total Rio Pará	126
Figura 4-23: Fluxograma Básico das Etapas de Implantação dos Projetos de PSA (1ª e 2ª Fases) .....	133



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1 - Lista de municípios em cada área.....	15
Quadro 2-1: Situação dos imóveis na base de dados do CAR .....	19
Quadro 2-2: Prazos das áreas a serem recuperadas no PRA/MG .....	21
Quadro 3-1: Definição de práticas de manejo e práticas executivas .....	47
Quadro 3-2: Soluções propostas para Bacia do Rio Pará.....	48
Quadro 3-3: Estágios da vegetação remanescente por área .....	74
Quadro 4-1: APPs a recuperar inseridas nos municípios do Rio Pará .....	112
Quadro 4-2: APPs a recuperar inseridas no Cadastro Ambiental Rural – CAR e número de propriedades .....	113
Quadro 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada nos municípios do Rio Pará .....	115
Quadro 4-4: Metodologia de Execução do Programa Produtor de Água / Operação do Programa .....	127
Quadro 4-5: Estruturação dos Projetos .....	127
Quadro 4-6: Fontes de Recursos.....	128
Quadro 4-7: Arranjos Organizacionais – Atribuições da ANA.....	128
Quadro 4-8: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Proponente.....	129
Quadro 4-9: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Órgão ou Entidade Municipal ou Estadual.....	129
Quadro 4-10: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Assistência Técnica .....	129
Quadro 4-11: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Agente Financeiro do PSA.....	130
Quadro 4-12: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Unidade de Gestão do Projeto – UGP .....	130
Quadro 4-13: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Produtor Rural Beneficiário.....	130
Quadro 4-14: Aspectos Técnicos dos Projetos / Seleção de Sub-bacias Hidrográficas.....	131
Quadro 4-15: Aspectos Técnicos dos Projetos / Pagamento aos Produtores .....	131
Quadro 4-16: Processo de Habilitação, Seleção e Contratação dos PIPs .....	132
Quadro 4-17: Processo de Certificação e Monitoramento dos Projetos.....	132
Quadro 4-18: Cronograma Físico de Execução .....	145
Quadro 4-19: Recursos humanos necessários e respectivas atividades para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG.....	146
Quadro 4-20: Recursos materiais necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG .....	147
Quadro 4-21: Estimativa de custos dos serviços de consultoria para a elaboração do detalhamento e implementação da 1ª Fase do Programa de PSA.....	148
Quadro 4-22: Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária no Brasil e em Minas Gerais .....	149
Quadro 4-23: Recursos anuais necessários para a remuneração dos produtores pela prestação de serviços ambientais, conforme o percentual de APPs a recuperar .....	149
Quadro 5-1: Quadro de indicadores para avaliação das áreas recuperadas .....	159

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha) nos imóveis CAR.....	44
Tabela 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha) .....	48
Tabela 3-2: Área (ha) a ser implantada por solução nas áreas degradadas por município .....	84
Tabela 3-3: Resumo de áreas (ha) por cada solução em todos os municípios.....	106

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento
APP	Áreas de Preservação Permanente
AUC	Áreas de Uso Consolidado
AUR	Áreas de Uso Restrito
CAFIR	Cadastro de Imóveis Rurais
CBH	Comitê da Bacia Hidrográfica
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CERH-MG	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MIDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PIP	Projetos individuais das propriedades
PSA	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
UGP	Unidade de Gestão do Projeto
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
PSA	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIGEF	Sistema de Gestão Fundiária
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
UTE	Unidade Territorial Estratégica

## IDENTIFICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS

NOME	FORMAÇÃO	REGISTRO PROFISSIONAL
Bárbara Moraes	Engenheira Agrícola e Ambiental – Mestra em Engenharia Civil (Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)	CREA-PE 182254418-1
Beatriz Leopoldina Ramos	Engenheira Cartógrafa e Agrimensora	CREA-PE 182067248-4
Camila Andrade	Geógrafa	CREA-PE 1821920910
Henrique Schuchmann Morador	Engenheiro Agrônomo	CREA-RS 067896-D
Vanessa Nunes	Engenheira Cartógrafa e Agrimensora	CREA-PE 182070464-5

## EQUIPE TÉCNICA

PROFISSIONAL	NÍVEL DE ATIVIDADE	ATUAÇÃO
<b>EQUIPE DE COORDENAÇÃO:</b>		
Hélio Augusto Machado Pessoa	Responsável Técnico	Responsável Técnico
Hélio Augusto Machado Pessoa Filho	Responsável Técnico	Responsável Técnico e Coordenador Geral
Antônio José Trigo Relvas	Responsável Técnico	Responsável Técnico e Coordenador Adjunto
Anderson Ricardo Farias de Oliveira	Responsável Técnico	Responsável Técnico e Coordenador Técnico
Telma Rocha Torreão	Responsável Técnico	Coordenadora Técnica Adjunta
Michelle Pinheiro Pessoa	Responsável Técnico	Responsável Técnico e Coordenadora Administrativa
Daniel Fernando Barreto de Andrade Lima	Responsável Técnico	Responsável Técnico e Coordenador de Planejamento
Henrique Morador	Responsável Técnico	Coordenador Técnico Adjunto
José Gleidson Dantas	Responsável Técnico	Coordenador Técnico Adjunto
<b>EQUIPE DE EXECUÇÃO:</b>		
Antônio José Trigo Relvas	Execução	Hidrólogo Sênior
Anderson Ricardo Farias de Oliveira	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Sênior
Everton Santos de Barros	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Sênior
Pedro Alisson Silva de Freitas	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Pleno
Renato Cavalcanti Lins	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Pleno
Tiago de Moraes Inocêncio	Execução	Gerente de Projeto e Eng. Projetista Hidráulico Pleno
Wallaces Paulo da Silva	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Júnior
Edilberto Mariano da Silva	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Júnior
Luciana Soares	Execução	Eng <sup>a</sup> . Projetista Hidráulico Júnior

PROFISSIONAL	NÍVEL DE ATIVIDADE	ATUAÇÃO
Ricardo Luis Barreto de Sales	Execução	Hidrólogo Sênior
Vitor Barbosa Melo	Execução	Hidrólogo Sênior
Rolison Felipe Ferreira de Lima	Execução	Eng. Cartógrafo e Esp. em CAD/BIM Sênior
Ana Cláudia Villar e Luna Gusmão	Execução	Eng <sup>a</sup> . Agrícola e Ambiental Sênior
Barbara Albuquerque Branco de Moraes	Execução	Eng <sup>a</sup> . Agrícola e Ambiental Pleno
Vanessa Nunes de Lima	Execução	Eng <sup>a</sup> . Cartógrafa Júnior
Camila Andrade	Execução	Geógrafa Pleno
Felipe Oliveira Tenório da Silva	Execução	Geólogo Pleno
Eduardo Bittencourt	Execução	Eng. Geotécnico Sênior
Marília Gabriela Alves de Arruda	Execução	Eng <sup>a</sup> . Geotécnica Júnior
Gabriele Ferreira Souza Santos	Execução	Eng <sup>a</sup> . Geotécnica Júnior
Romik Wilson de Assis Júnior	Execução	Eng. Geotécnico Júnior
Juliana Farias Vanderlei Pinto	Execução	Eng <sup>a</sup> . Projetista Estrutural Sênior
Josenaldo Monteiro Fonseca de Araújo	Execução	Eng. Projetista Estrutural Pleno
Amanda Alpiano de Souza	Execução	Eng <sup>a</sup> . Projetista Estrutural Júnior
Karolina Svedese	Execução	Eng <sup>a</sup> . Projetista Estrutural Júnior
Miro Silva Almeida	Execução	Eng. Orçamentista Sênior
Rafael Vinícius de Albuquerque Monteiro	Execução	Eng. Orçamentista Pleno
Rodrigo Amorim	Execução	Advogado
José Renato Ferreira dos Santos	Execução	Técnico de Campo Sênior
Ingryd Nayar Santos	Execução	Esp. em CAD/BIM

## ***CAPÍTULO 01: INTRODUÇÃO***

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem como objetivo principal propor intervenções em parte da bacia hidrográfica do rio Pará, no estado de Minas Gerais. Esse Relatório Propositivo abrange:

- Metodologias, Estratégias, intervenções e ações prioritárias para a recuperação das áreas degradadas e adequação ambiental dos imóveis rurais;
- Metodologias, Estratégias, intervenções e ações prioritárias para a recuperação das áreas degradadas e em processo erosivo do solo;
- Metodologias, Estratégias, intervenções e ações prioritárias para estruturação de programa de Pagamento por Serviço Ambiental (PSA), com articulação de políticas públicas e mobilização do público-alvo;
- Metodologias e Estratégias para estabelecimento de dinâmica de monitoramento das áreas recuperadas.

A recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, definidas no Código Florestal (Lei Federal Nº 12.651/2012), são fundamentais para a preservação dos recursos hídricos, a estabilidade do solo e a biodiversidade. Comumente, essas faixas que margeiam os rios são ocupadas com moradias irregulares em trechos urbanos e, em áreas rurais, a vegetação ripária é retirada para aumentar extensão das atividades agropecuárias.

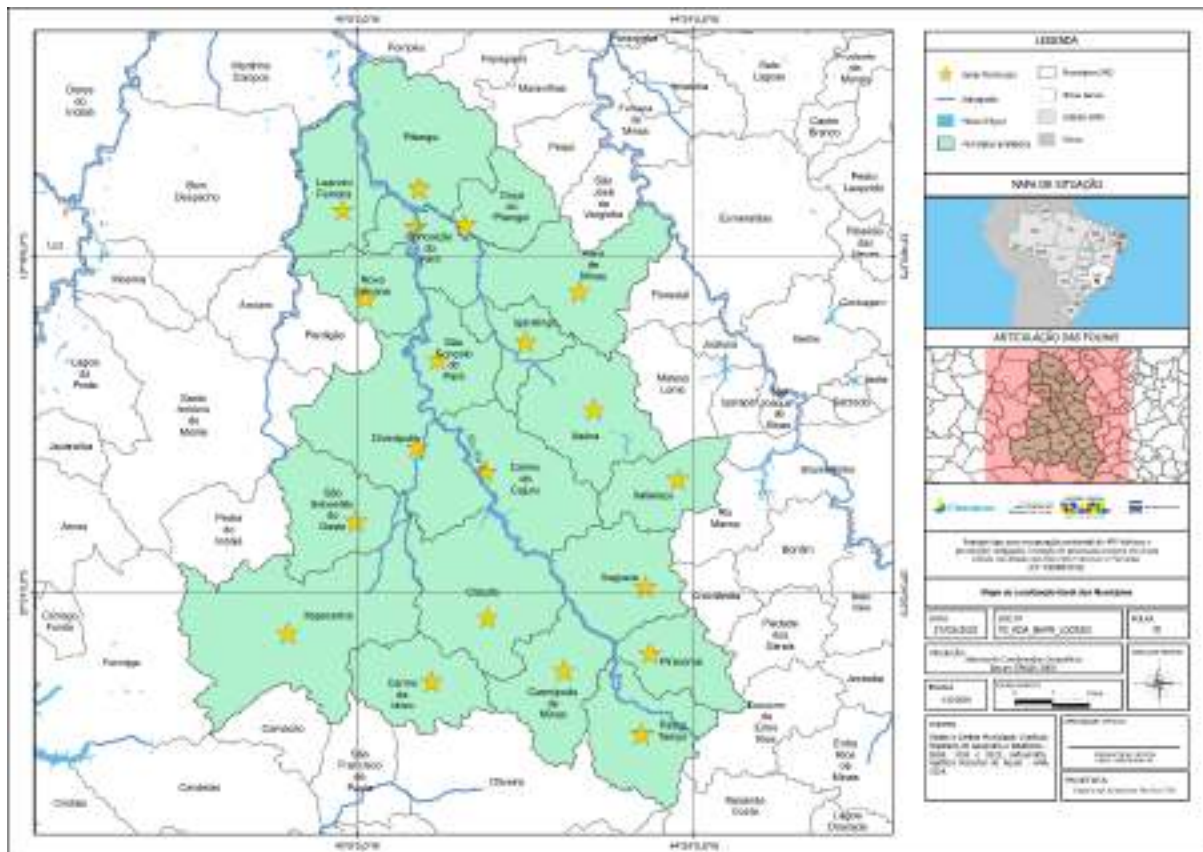
### 1.1 ÁREA DE ESTUDO

Para facilitar o entendimento, optamos por utilizar os municípios como unidade de referência neste documento. A lista dos municípios objeto desse estudo está no Quadro 1-1 e podem ser visualizados na Figura 1-1.

**Quadro 1-1 - Lista de municípios em cada área**

MUNICÍPIOS	ESTADO	BACIA	REGIÃO HIDROGRÁFICA
Passa Tempo, Carmo da Mata, Carmo do Cajuru, Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Itaguara, Itapeçerica, Carmópolis de Minas, Cláudio, Conceição do Pará, Itaúna, Onça de Pitangui, Pará de Minas, Piracema, São Sebastião do Oeste, Itatiaiuçu, Nova Serrana, Leandro Ferreira, Pitangui, Divinópolis	Minas Gerais	Rio Pará	Rio São Francisco

**Figura 1-1: Localização da área de estudo**



O rio Pará tem sua nascente na Serra das Vertentes, no município de Resende Costa no sudoeste do Estado de Minas Gerais e percorre 365 km até seu encontro com o rio São Francisco pela margem direita. A Bacia Hidrográfica do Rio Pará corresponde a 01 das 10 unidades de Planejamento e gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) da bacia hidrográfica do rio São Francisco no Estado de Minas Gerais, identificada com UPGRH SF2 conforme Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG nº06/2002. A principal cidade da região é Divinópolis, com aproximadamente 231 mil habitantes.



## ***CAPÍTULO 02: ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM IMÓVEIS RURAIS***

## 2. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM IMÓVEIS RURAIS

---

Neste capítulo serão abordadas as atividades desenvolvidas e implementadas no imóvel rural para atender ao disposto na legislação ambiental, e de forma prioritária, à manutenção e à recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP), quando couber.

A adequação dos imóveis rurais à legislação ambiental beneficia não apenas o proprietário/posseiro rural, como também auxilia na gestão e monitoramento dos recursos naturais por parte das instituições regulamentadoras e das entidades que fazem parte da cadeia institucional de gestão ambiental no país. O Cadastro Ambiental Rural é ponto de partida desse processo, pois permite que informações sejam coletadas e monitoradas, estabelecendo parâmetros para o planejamento, a fiscalização e a recuperação de áreas passíveis de degradação.

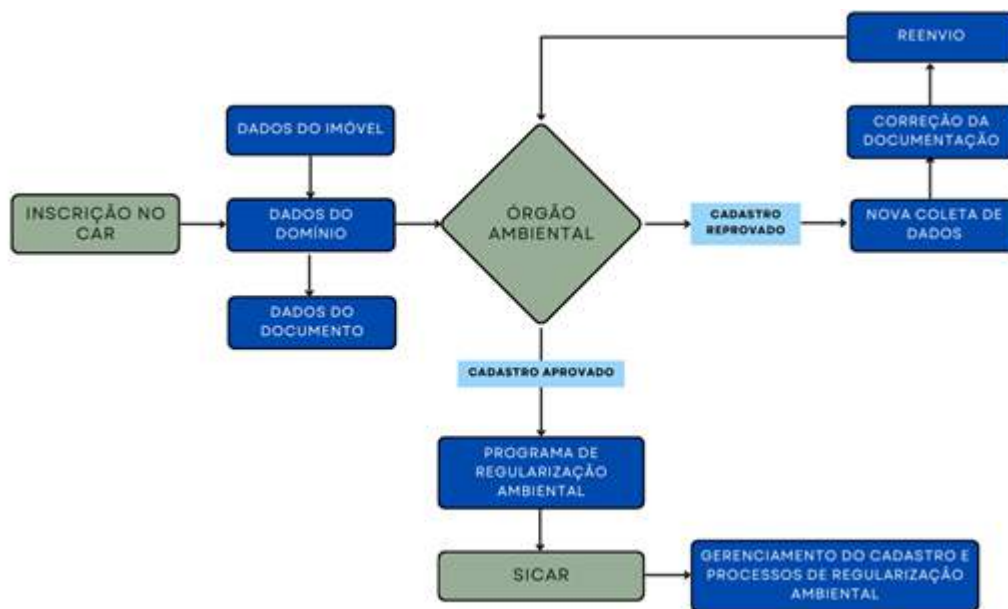
### 2.1 O CADASTRO AMBIENTAL RURAL

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um instrumento de regularidade ambiental fundamental para garantir conformidade na legislação e no cumprimento do Código Florestal Brasileiro. Estabelecido pela Lei nº 12.651/2012, o Cadastro é o primeiro passo do processo da regularização de propriedades rurais. O registro permite que órgãos públicos e demais interessados tenham acesso a informações ambientais georreferenciadas acerca das propriedades cadastradas, permitindo também que sejam monitoradas remotamente.

Para ser validado, o cadastro precisa conter informações obrigatórias tanto do imóvel quanto do proprietário ou responsável. O interessado em aderir ao CAR deverá fornecer, além dos dados pessoais, a documentação que comprove a propriedade ou posse do imóvel; informações georreferenciadas do perímetro do imóvel obtidas por meio de equipamentos adequados, como GPS portátil ou receptores GNSS RTK e, também, informar as áreas de interesse social e áreas de utilidade pública. Essas áreas correspondem aos remanescentes de vegetação nativa, como Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Uso Restrito (AUR), Áreas de Uso Consolidado (AUC) e Áreas de Reserva Legal (ARL).

O cadastro é feito de forma on-line e, após aprovado pelo órgão ambiental competente, o proprietário ou responsável fica em conformidade com a legislação e o imóvel torna-se regularizado. Caso haja alguma alteração no perímetro do imóvel ou nas áreas com restrição, o cadastro precisa ser atualizado. Um fluxograma desse processo é apresentado na Figura 2-1.

Figura 2-1: Fluxograma do processo de registro no CAR



Fonte: Engeconsult com dados do CAR

Em Minas Gerais, o órgão responsável por essa análise é o Instituto Estadual de Florestas (IEF), órgão estadual vinculado à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Mais de 95% das áreas ainda aguardam análise e apenas 20 hectares estão regularizados em conformidade com o Código Florestal. Mais detalhes são explanados no Quadro 2-1 e no Produto 3 – Relatórios Técnicos – Diagnóstico.

Quadro 2-1: Situação dos imóveis na base de dados do CAR

SITUAÇÃO	ÁREA (ha)	
Aguardando análise	843.586,84	95,233%
Em análise	14.445,85	1,748%
Cancelado por decisão administrativa	8.957,41	1,084%
Analisado, aguardando atendimento a notificação	13.025,84	1,576%
Aguardando análise, após revisão ou atendimento da notificação	1.331,35	0,161%
Cancelado por solicitação do proprietário/possuidor	15,49	0,002%
Cancelado por duplicidade	1.566,89	0,190%
Analisado, em conformidade com a Lei n 12.651/2012, com ativos ambientais	19,07	0,002%
Analisado, aguardando regularização ambiental (Lei n 12.651/2012)	49,54	0,006%

Fonte: CAR, 2025

Dentre as iniciativas governamentais para auxiliar os proprietários, destaca-se o Plano Nacional de Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, instituído pelo Decreto nº 11.015 de 29 de março de 2022,

que tem por objetivo desenvolver ações e estratégias a nível nacional para alavancar o processo de regularização ambiental no país.

## **2.2 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A BACIA DO RIO PARÁ**

Com os dados obtidos, é possível delinear estratégias para que assegurar que os imóveis tenham seu cadastro regularizado. No estado de Minas Gerais, o local de referência é na Unidade Regional de Florestas e Biodiversidade (URFBio) mais próxima. A URFBio Centro Oeste atende todos os municípios objeto desse estudo, exceto Itatiaiuçu, que deve ser realizado na URFBio Metropolitana.

### **2.2.1 Análise preliminar do CAR**

A primeira análise tem como objetivo verificar a veracidade das informações oriundas do proprietário. De pronto, há uma verificação feita automaticamente, por meio de alguns critérios (sobreposição de áreas, por exemplo). Outra verificação é feita de forma isolada, com a verificação das APP e RL, se estão de acordo com os módulos fiscais da propriedade, se houve desmatamento posterior a 2008, entre outros fatores.

A partir daí, é feita a notificação ao proprietário para atendimento das solicitações. Quando verificada a presença de passivos ambientais no imóvel, assim considerados os desmates realizados nas APP e RL, até 22/07/2008, e nas Áreas de Uso Restrito - AUR, até 28/05/2012, o proprietário poderá apresentar um PRADA (Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas ou Alteradas).

### **2.2.2 Regularização ambiental**

Após a aprovação do Cadastro Ambiental Rural, o proprietário ou possuidor rural deve aderir formalmente ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) por meio da assinatura do Termo de Compromisso de Regularização Ambiental (TCRA). Se houver passivos ambientais – ou seja, APP e RL não preservadas -, deverá ser feito a recuperação dessas áreas.

A Lei 12.651/2012 define as formas de adequação ambiental para passivos existentes antes de 22 de julho de 2008, especialmente em APP e RL. As alternativas incluem:

- Condução da regeneração natural;
- Plantio de espécies nativas (ou em combinação com regeneração);
- Plantio intercalado com espécies exóticas (até 50% da área), permitido apenas para pequenas propriedades ( $\leq 4$  módulos fiscais), terras indígenas ou áreas de uso coletivo.

Para a RL, a compensação pode ser feita por:

- Cotas de Reserva Ambiental (CRA);
- Arrendamento de áreas com servidão ambiental;
- Doação de áreas em Unidades de Conservação;
- Cadastramento de áreas equivalentes e excedentes no mesmo bioma.

Áreas com alteração do uso do solo (principalmente desmatamento da vegetação nativa) posterior a 22 de julho de 2008 não são elegíveis ao PRA. Se não houver a autorização para alteração do uso do solo (como Autorização de Supressão Vegetal), a recuperação deverá ser imediata, pois são áreas inclusive passíveis de autuação se ainda não foram autuadas.

O Termo de Compromisso de Regularização Ambiental, conforme o Decreto Federal nº 8.235 de 2014, deve conter:

- Identificação das partes;
- Dados do imóvel;
- Localização das áreas a serem recompostas ou compensadas;
- Proposta simplificada de regularização;
- Cronograma de execução;
- Sanções por descumprimento;
- Foro competente.

Junto ao TCRA, deve ser apresentado o PRADA (Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas ou Alteradas), que detalha tecnicamente as ações de recomposição ou compensação. O PRADA deve seguir parâmetros definidos pelos estados, como composição de espécies, cobertura vegetal e densidade de regenerantes.

Para a bacia do Rio Pará, o estado de Minas Gerais conta com um Manual Técnico para orientação acerca da regularização ambiental. A adesão ao PRA/MG será formalizada por meio da assinatura do termo de compromisso. Os prazos para recuperação após a assinatura do termo são como descritos no Quadro 2-2.

**Quadro 2-2: Prazos das áreas a serem recuperadas no PRA/MG**

ÁREA A SER RECUPERADA	APP	RL
<1 ha	3 anos	20 anos
Entre 1 e 5 ha	6 anos ou 1/3 de área a cada 2 anos	
>5 ha	10 anos ou 1/5 de área a cada 2 anos	

Fonte: Manual Técnico PRA-MG

A APP determinada de acordo com a base de drenagem da Agência Nacional de Águas e Saneamento e foi classificada por meio de um processo de análise hierárquica, atribuindo pesos para parâmetros de declividade, erosividade, erodibilidade, uso e cobertura da terra e solo exposto (mais detalhes no Relatório Técnico – Diagnóstico). As áreas classificadas como suscetível a degradação, moderada degradação e alta degradação estão indicadas para intervenções que pretendem recuperar ambientalmente a bacia.

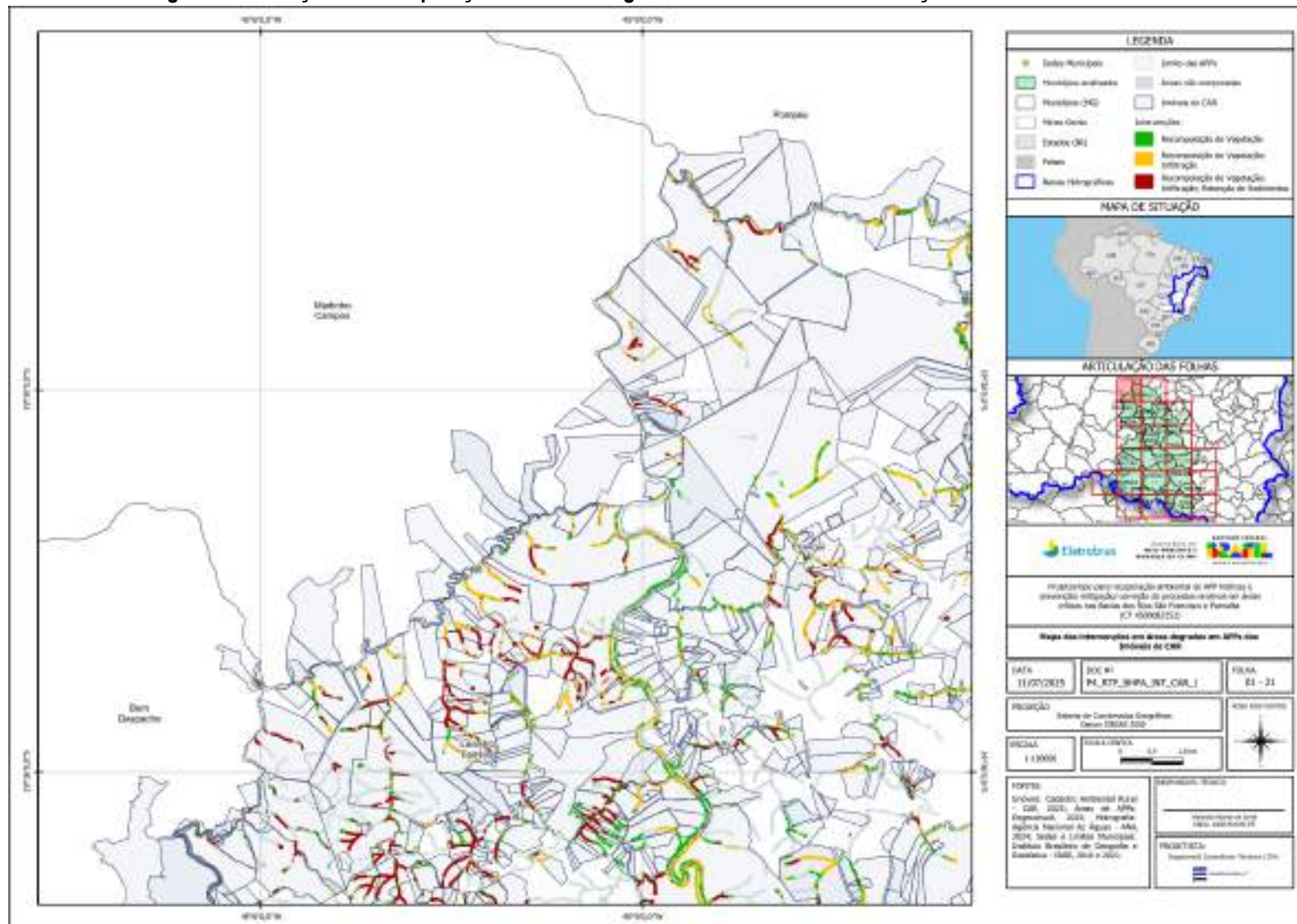
A partir da classificação dos níveis de degradação, as soluções de recuperação foram pensadas de forma a serem complementares e sobrepostas. Todas as APP deverão ter sua vegetação recomposta

com espécies nativas. Para uma área com degradação moderada, é adicionado a recomposição de vegetação uma solução para o aumento de infiltração de água no solo. Para APP com alta degradação, além da recomposição da vegetação e aumento da infiltração de água no solo, será acrescido uma solução para retenção dos sedimentos.

Para a Bacia do Rio Pará, a solução para vegetação é o plantio direto (muvuca); para aumento de infiltração, o terraceamento; e para retenção de sedimentos, a instalação de paliçadas. As soluções são discutidas com detalhes no Item 3 – Recuperação Das Áreas Degradadas E Em Processo Erosivo Do Solo.

As soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com as delimitações dos imóveis no CAR, estão ilustradas na Figura 2-2 até Figura 2-22.

**Figura 2-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 1**

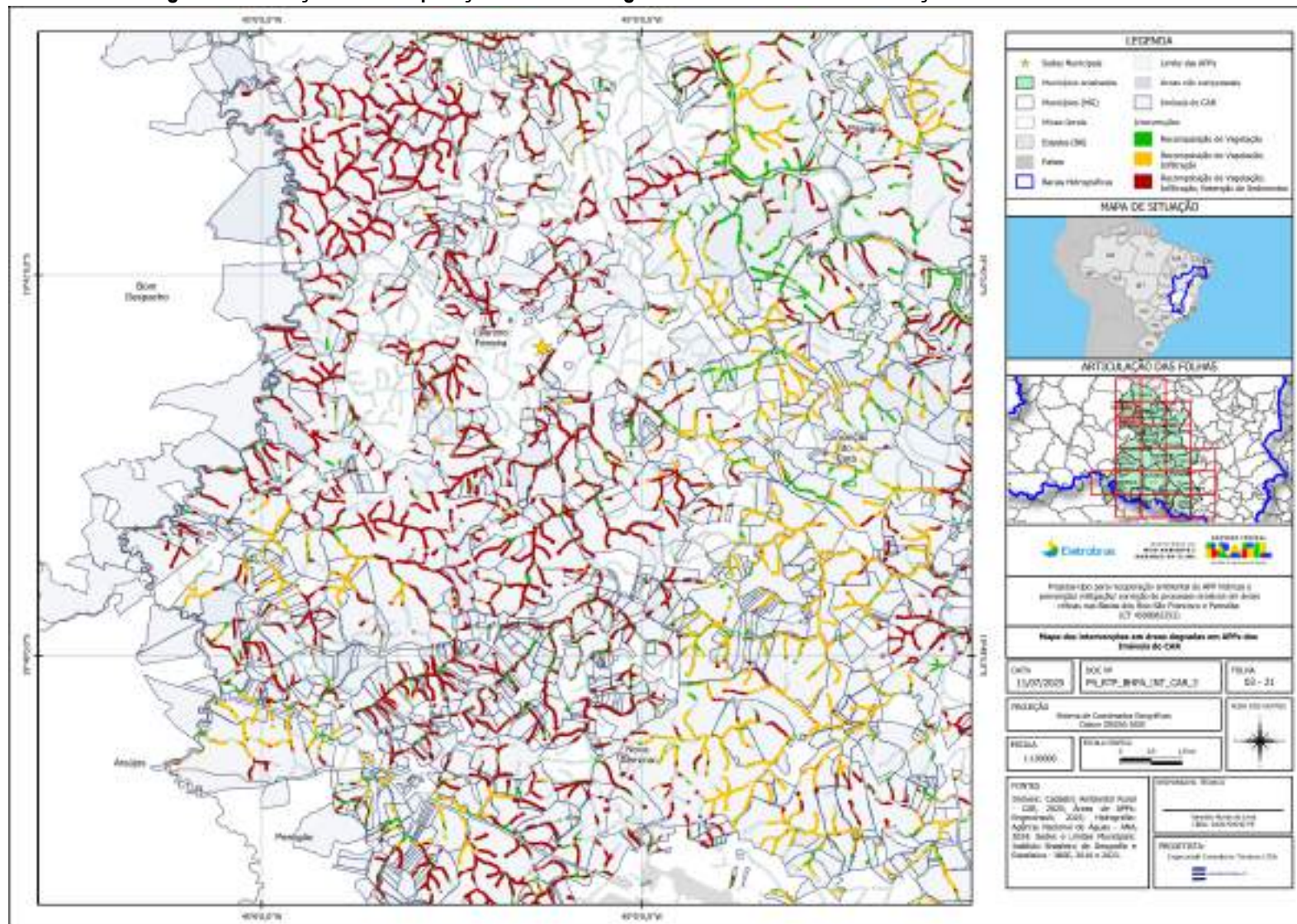




[illegible]

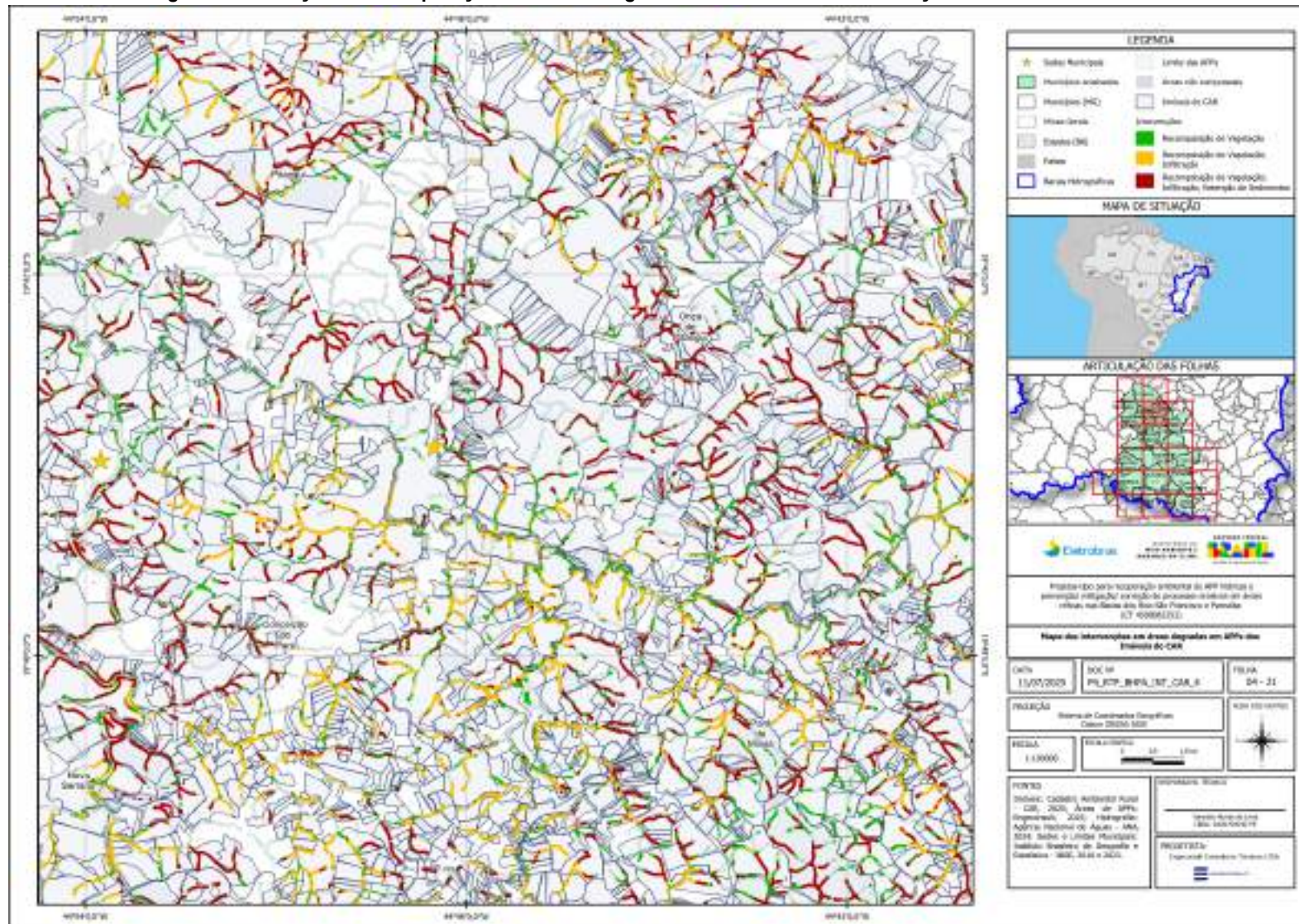


Figura 2-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 3



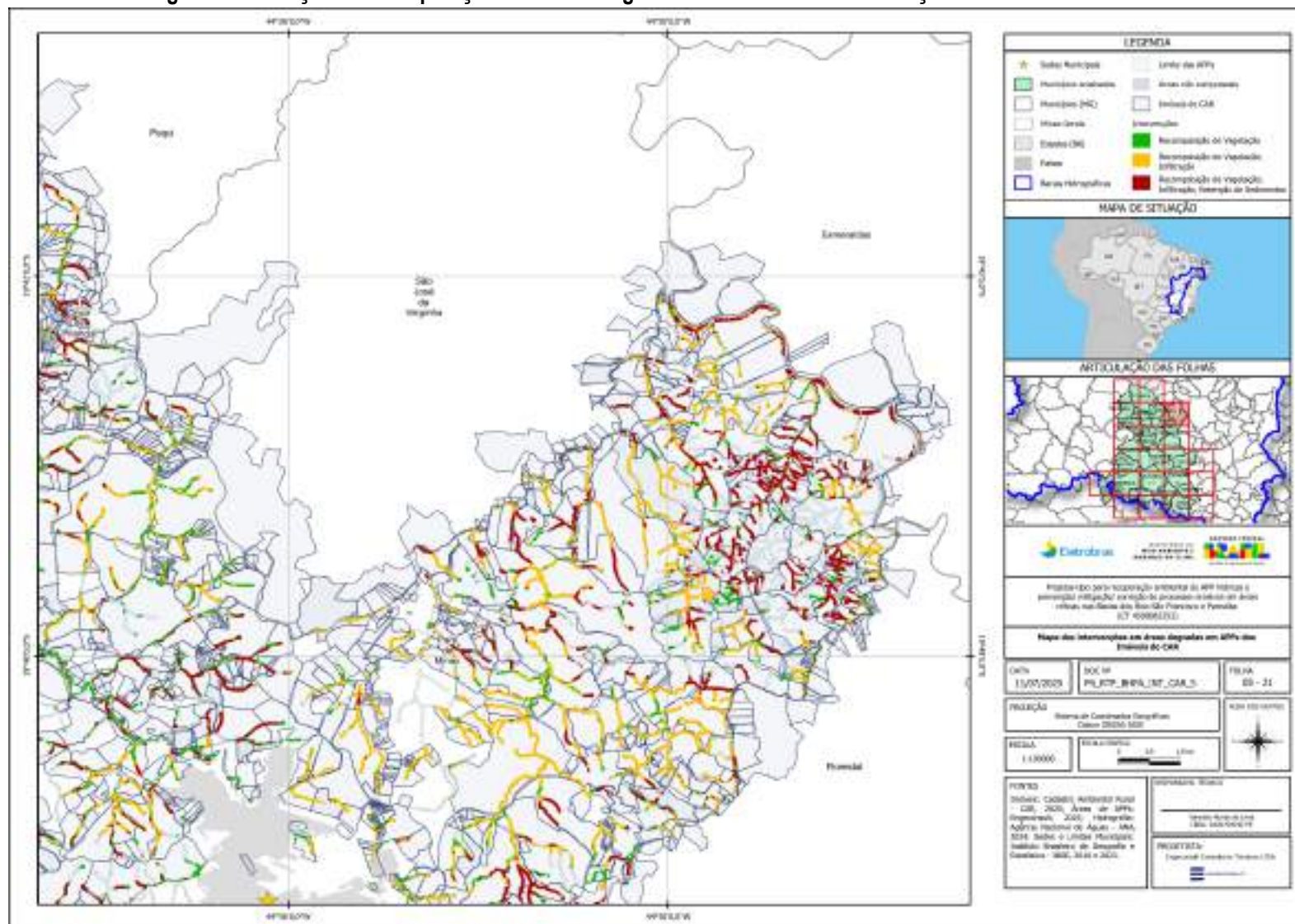


**Figura 2-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 4**

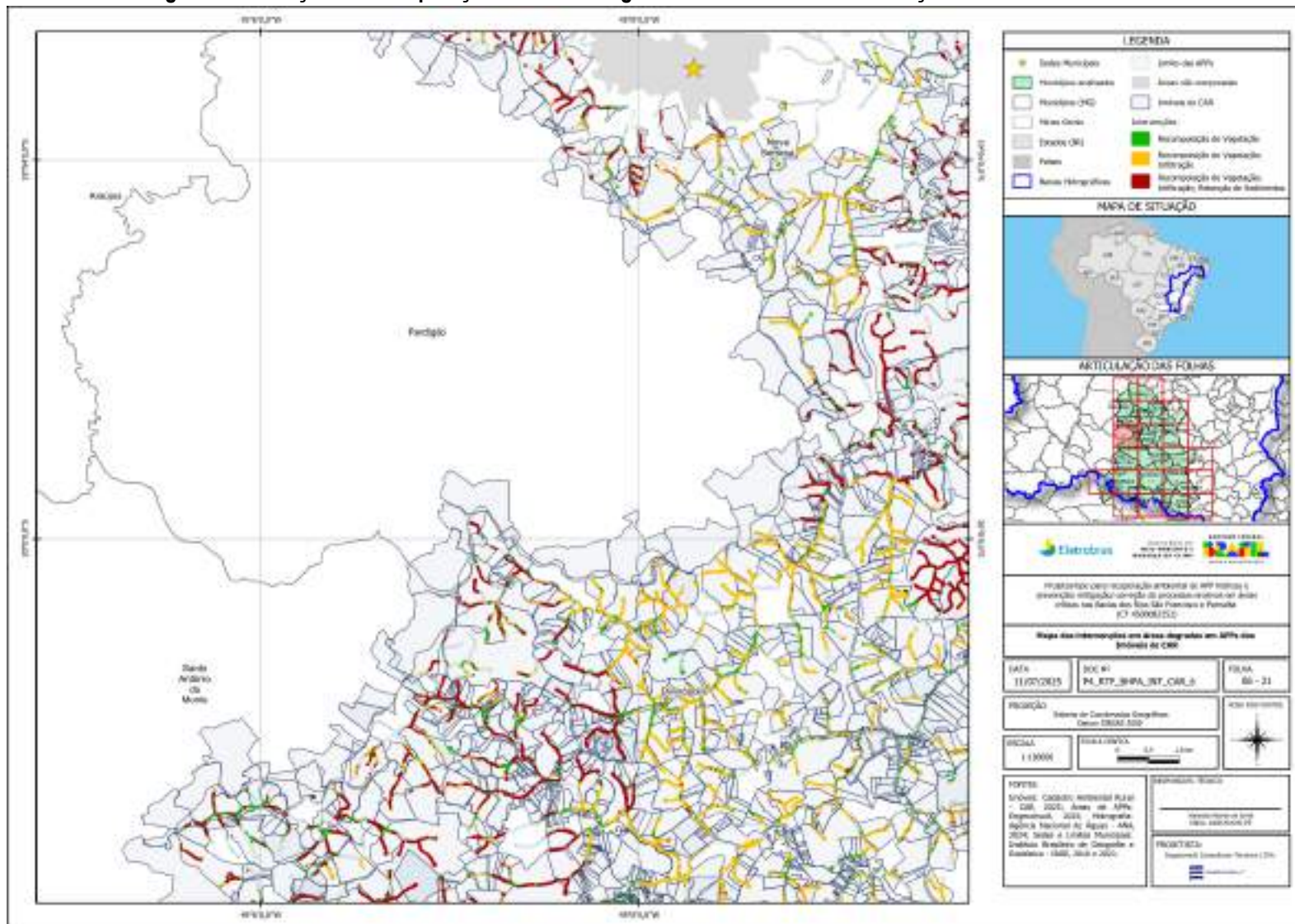




**Figura 2-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 5**



**Figura 2-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 6**

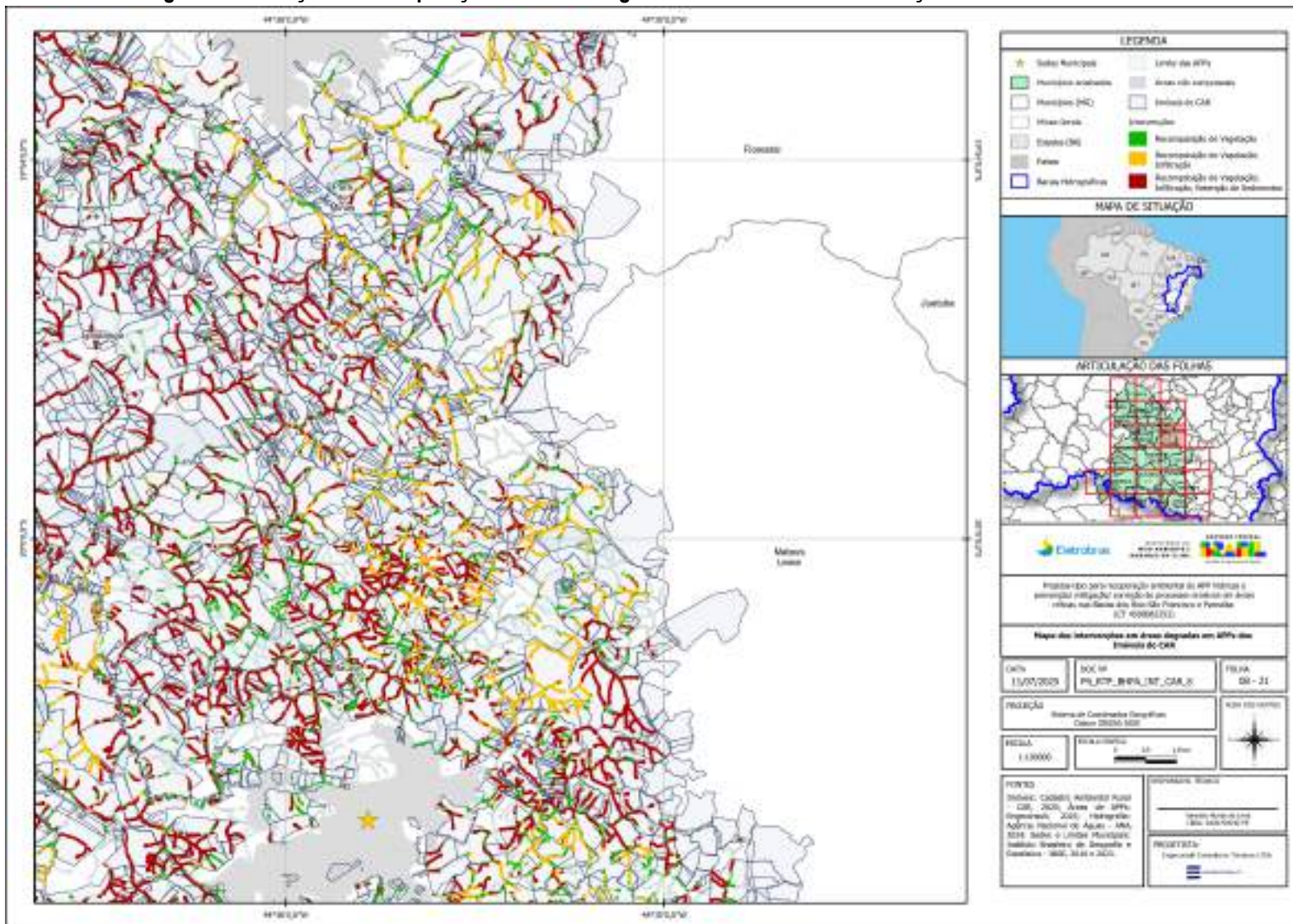






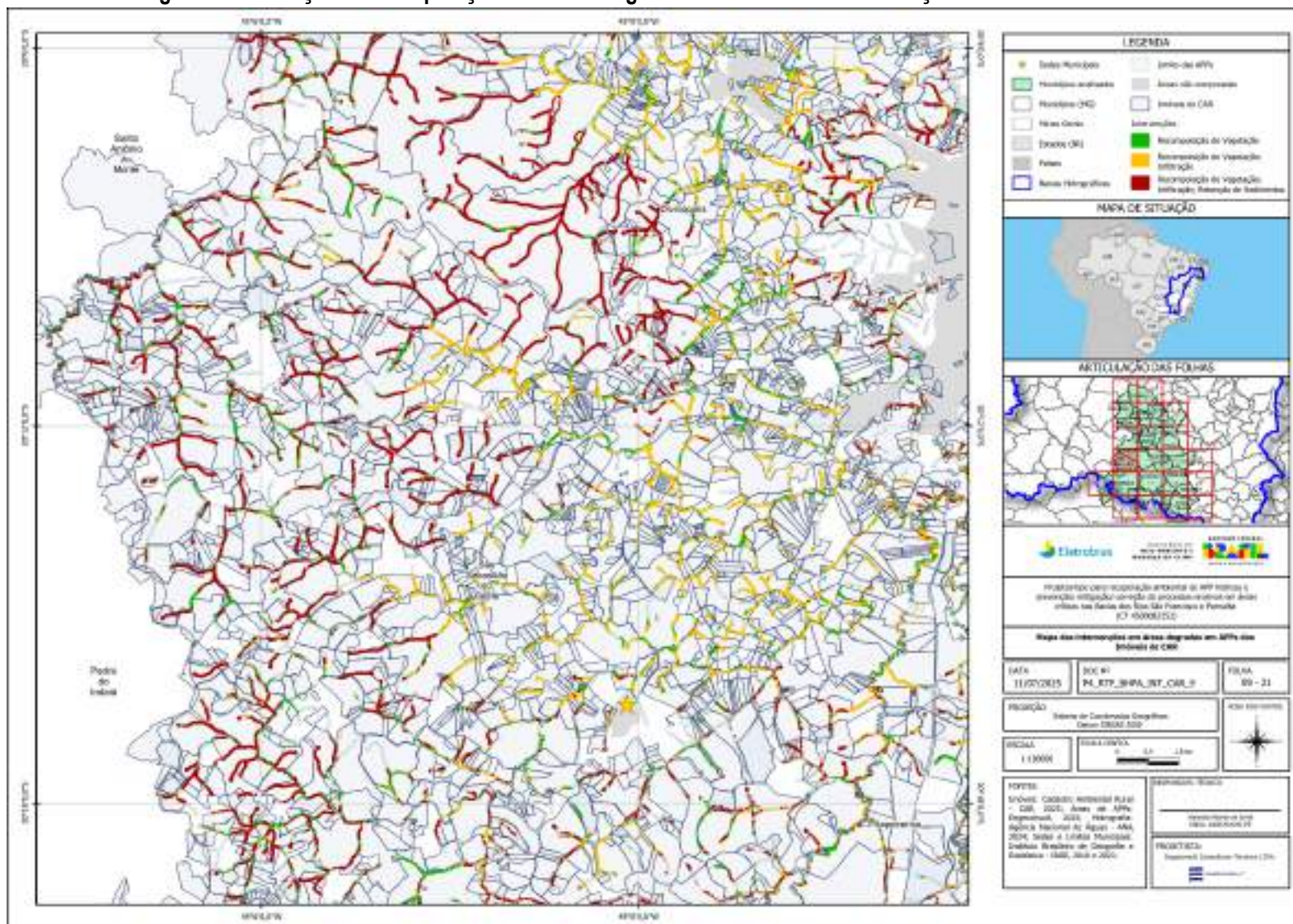


**Figura 2-9: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 8**





**Figura 2-10: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 9**





[illegible]









Figura 2-14: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 13

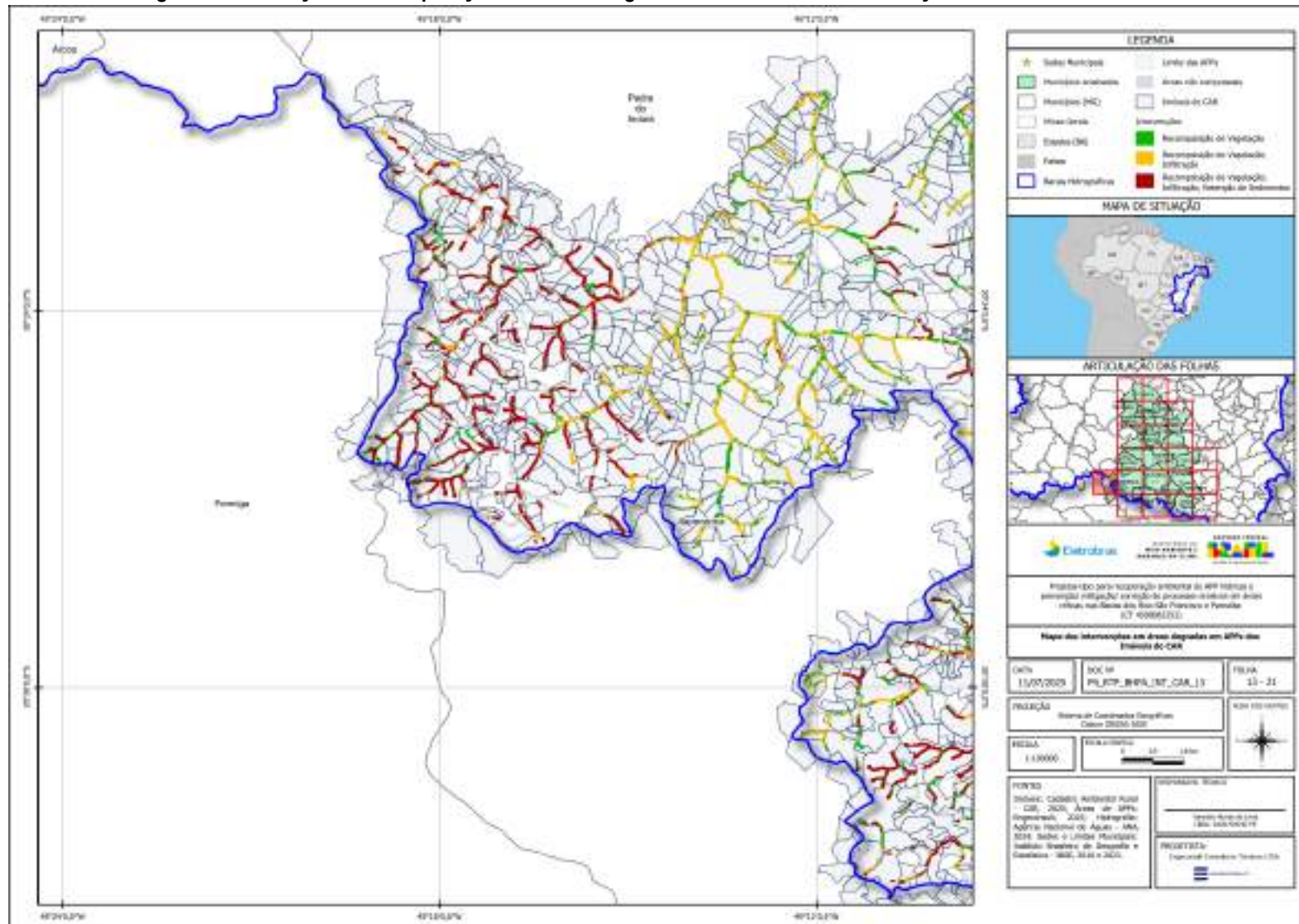
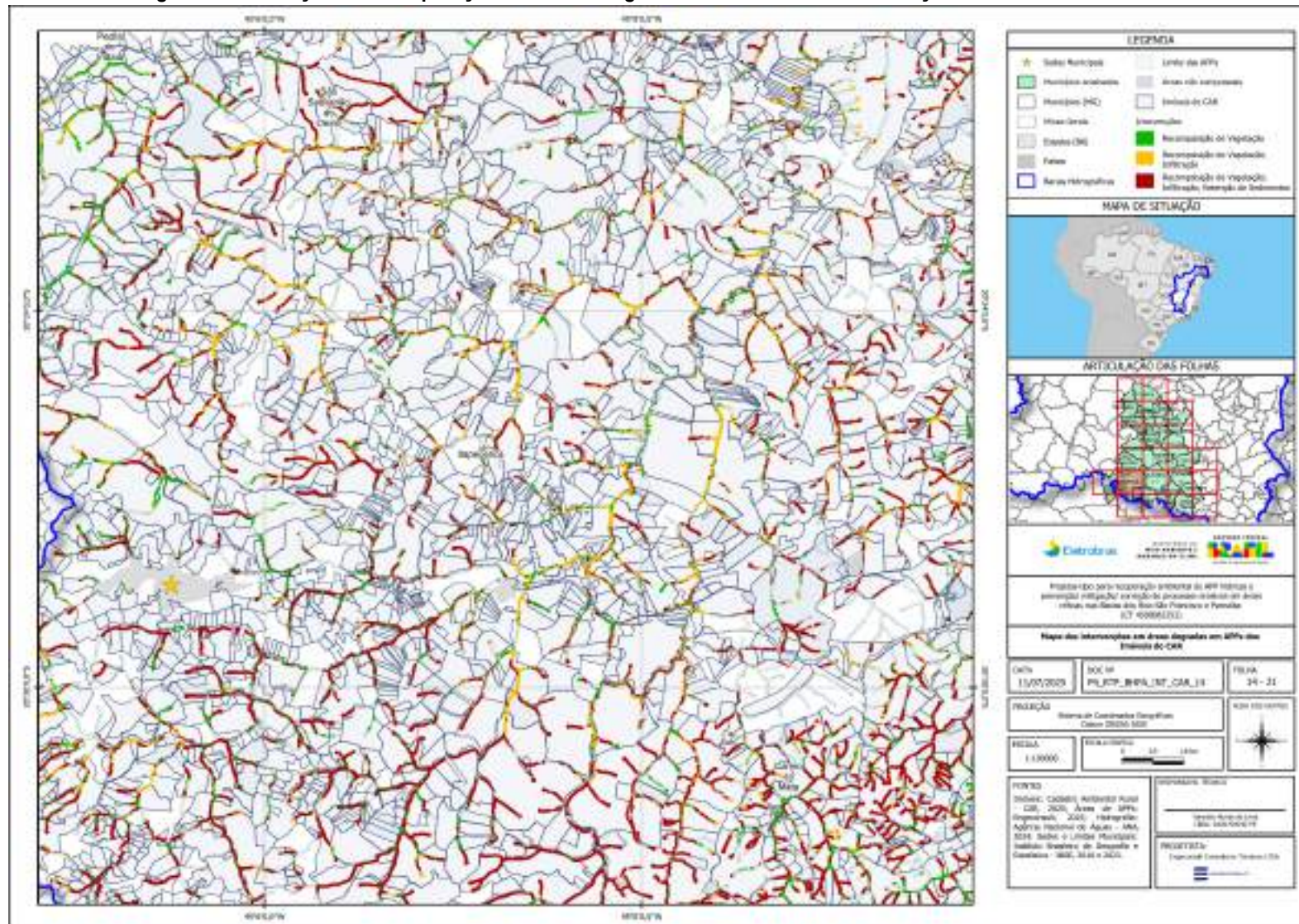
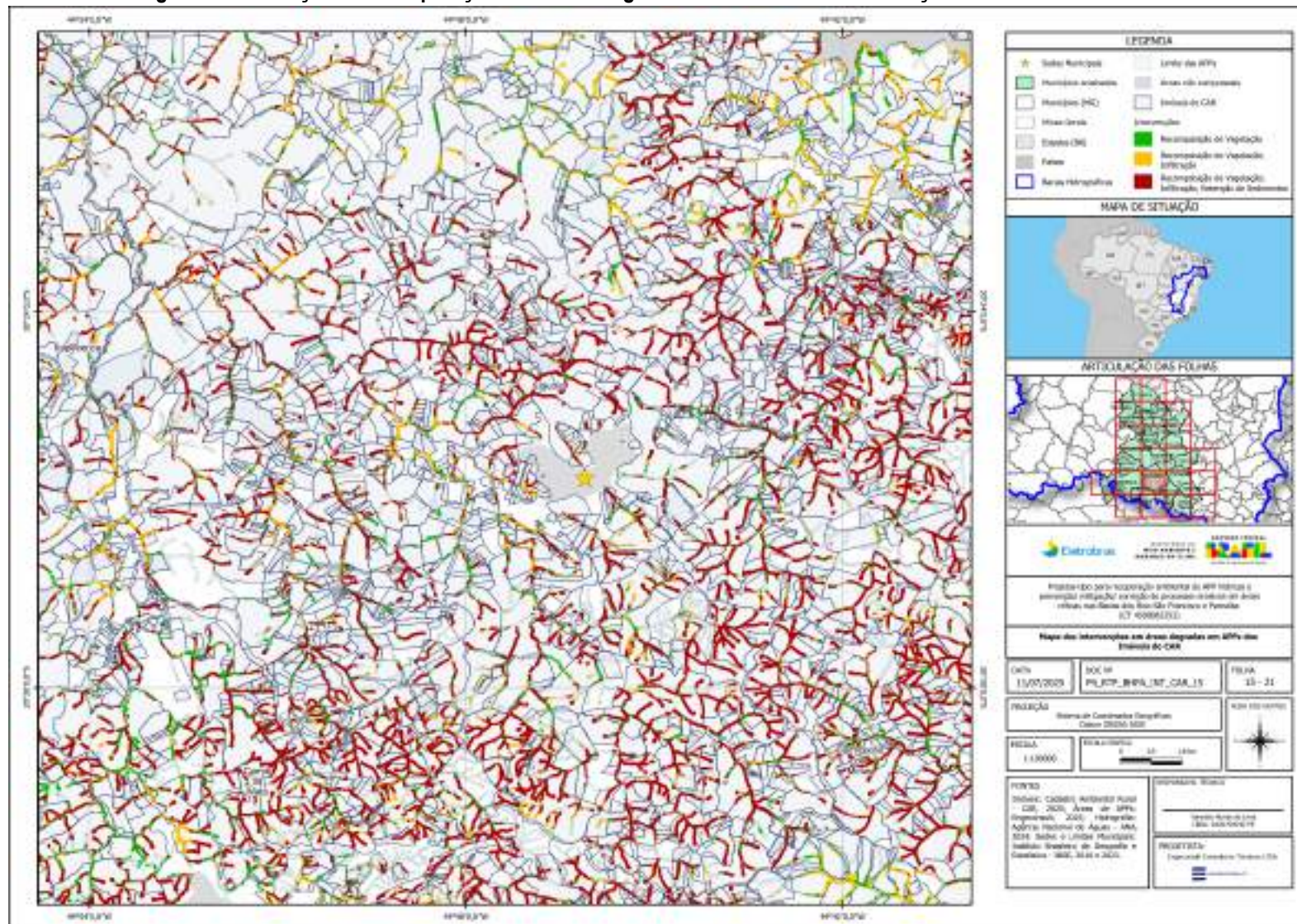


Figura 2-15: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 14



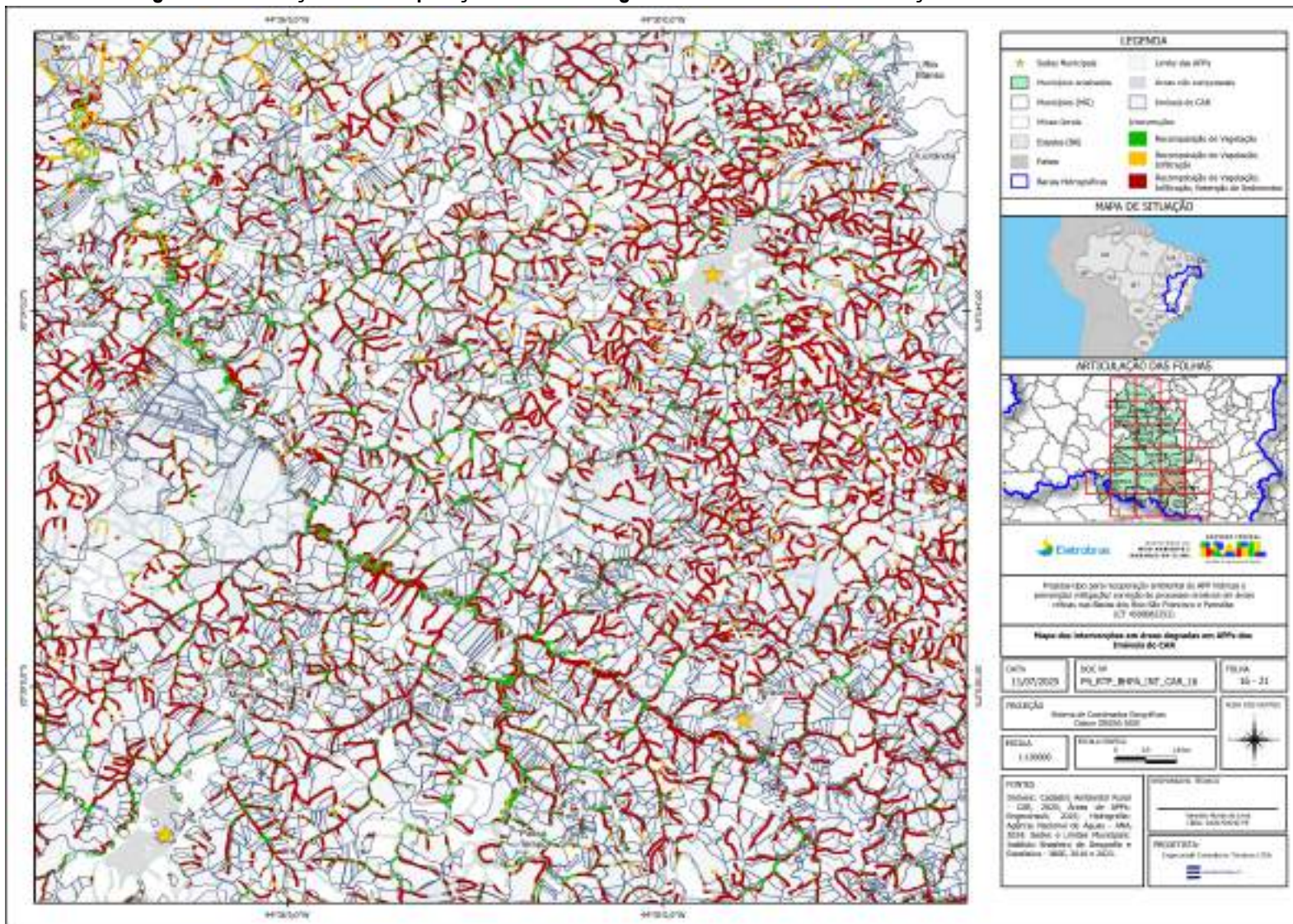


**Figura 2-16: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 15**





**Figura 2-17: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 16**



O mapa de situação do Município de São João do Rio Preto, apresentando a malha urbana, áreas de APP, áreas não impermeáveis, áreas de CBR, áreas de preservação ambiental, áreas de preservação de vegetação nativa, áreas de preservação de vegetação secundária e áreas de preservação de vegetação terciária. O mapa inclui uma legenda, uma escala de 1:10000, uma orientação norte e uma data de 11/07/2015.





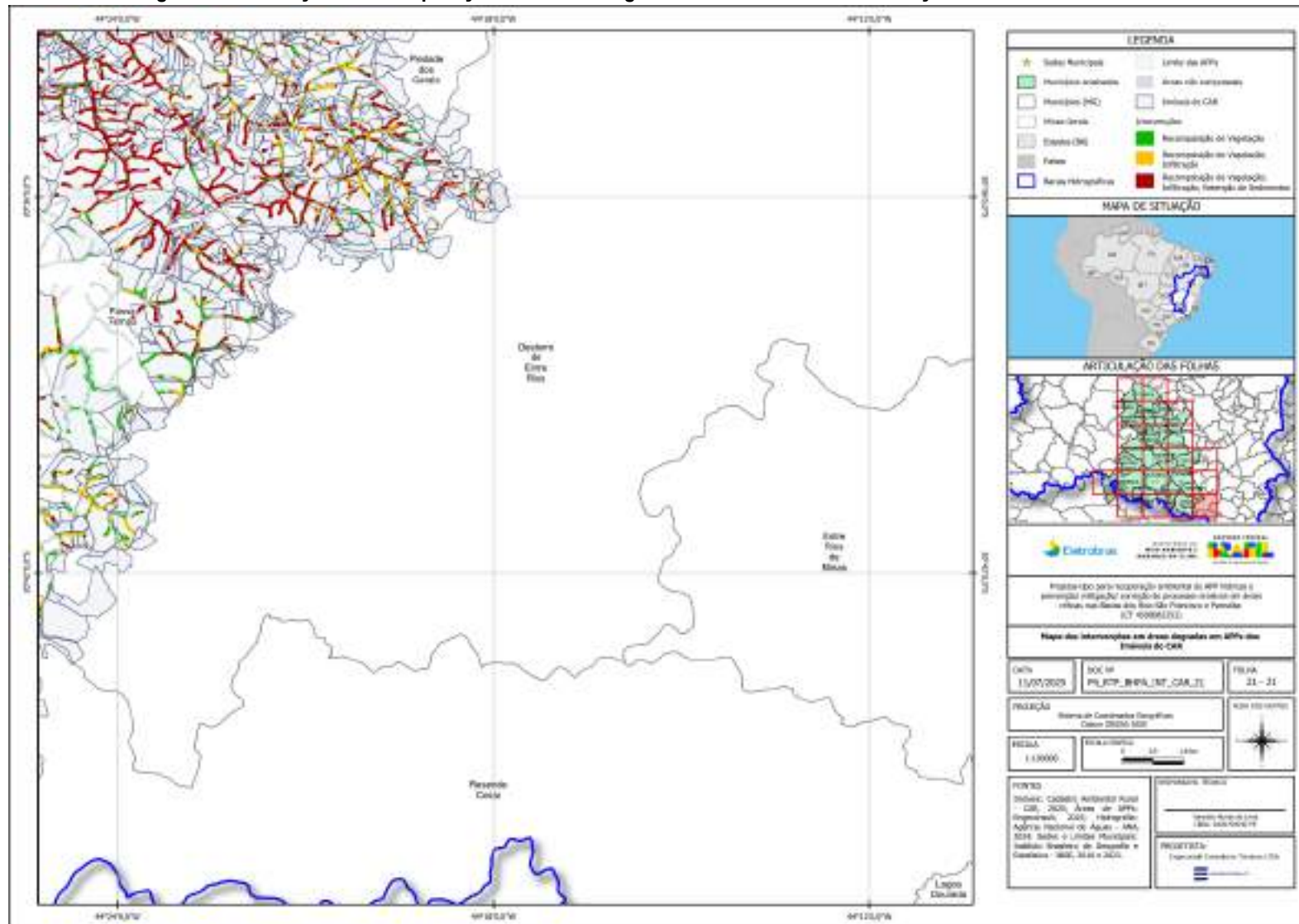


[illegible]

[illegible]



**Figura 2-22: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 21**



A APP a ser recuperada nos imóveis cadastrado no CAR dos municípios objeto desse contrato totaliza 58.744,20, de acordo com a Tabela 2-1. Alguns imóveis cadastrados em municípios vizinhos têm parte de sua área dentro dos municípios analisados, que não estão incluídos nesse total.

**Tabela 2-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha) nos imóveis CAR**

URFBio	MUNICÍPIO	VEGETAÇÃO	VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO	VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO + RETENÇÃO SEDIMENTOS
Centro Oeste	Carmo da Mata	755,611	504,176	2.564,813
Centro Oeste	Carmo do Cajuru	930,860	2.032,047	953,212
Centro Oeste	Carmópolis de Minas	812,879	599,716	2.016,605
Centro Oeste	Cláudio	694,982	905,814	2.488,930
Centro Oeste	Conceição do Pará	391,700	696,094	469,636
Centro Oeste	Divinópolis	765,546	1.540,774	1.233,491
Centro Oeste	Igaratinga	325,074	1.021,485	536,493
Centro Oeste	Itaguara	1.030,672	553,720	2.617,789
Centro Oeste	Itapecerica	947,673	1.010,379	1.845,964
Metropolitana	Itatiaiuçu	705,627	767,847	442,616
Centro Oeste	Itaúna	1.347,553	1.713,590	2.315,237
Centro Oeste	Leandro Ferreira	421,434	330,401	1.362,357
Centro Oeste	Nova Serrana	316,665	590,951	804,109
Centro Oeste	Onça de Pitangui	394,827	265,158	713,584
Centro Oeste	Pará de Minas	1.034,794	1.495,289	1.423,408
Centro Oeste	Passa Tempo	1.115,405	777,986	1.444,926
Centro Oeste	Piracema	540,480	311,283	2.152,320
Centro Oeste	Pitangui	563,726	898,754	642,529
Centro Oeste	São Gonçalo do Pará	290,033	1.026,960	395,358
Centro Oeste	São Sebastião do Oeste	464,499	555,165	873,189

Fonte: Engeconsult, 2025

## ***CAPÍTULO 03: RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS E EM PROCESSO EROSIVO DO SOLO***

### **3. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS E EM PROCESSO EROSIVO DO SOLO**

---

A degradação ambiental é um termo utilizado por ambientalistas para determinar uma alteração das características físicas e bióticas de uma região, na maioria das vezes, por ações antrópicas. Para biólogos e geógrafos, há o conceito de perturbação ou distúrbio da paisagem, que pode ser mensurado em diferentes níveis. A definição da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981) diz que a degradação ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente. Para este documento, a degradação é um processo de alteração do local de forma a comprometer os serviços ambientais atribuídos àquela região.

Em áreas de Preservação Permanente, áreas objeto desse documento, a erosão é um dos principais efeitos que caminha para o estado de degradação ambiental. A erosão consiste no desgaste, transporte e deposição de partículas do solo e das rochas, causado por agentes naturais como a água e o vento. Embora seja um processo geológico natural, a ação humana pode acelerar sua intensidade, agravando a perda de solo e comprometendo a qualidade dos recursos hídricos. Quando a erosão não é controlada, ela leva ao empobrecimento dos solos, à sedimentação excessiva nos corpos d'água e ao aumento da vulnerabilidade das paisagens à degradação.

A falta de controle da erosão compromete a manutenção dos serviços ecossistêmicos, criando um ciclo de retroalimentação negativo de degradação que pode piorar a perda da biodiversidade local, intensificar processos de erosão, assorear os cursos d'água. Mais sobre esse assunto pode ser encontrado no Produto 3 - Relatórios Técnicos – Diagnóstico.

O planejamento para recuperação ambiental passa pela manutenção da cobertura vegetal, além da conservação de água e solo. Para tanto, é fundamental entender a dinâmica entre solo, água e vegetação. A erosão, embora natural, quando intensificada por ações antrópicas, reduz a fertilidade, rompe o equilíbrio hidrológico e promove instabilidade do meio. O solo exposto, sem vegetação, permite que a erosão hídrica vá formando sulcos, ravinas e, em casos mais avançados, voçorocas, que modificam profundamente a paisagem e dificultam os usos sustentáveis do território.

A recuperação de áreas degradadas, portanto, é essencial para garantir a estabilidade das funções ecossistêmicas em uma bacia hidrográfica. Ela contribui para o aumento da infiltração da água no solo, para a regulação das vazões dos corpos hídricos, para a melhoria da qualidade da água e para a redução de sedimentos nos mananciais. Também promove a restauração da cobertura vegetal, reduz a vulnerabilidade a eventos extremos e melhora a produtividade das áreas agrícolas e de recarga, especialmente em APP hídricas e topos de morro.

#### **3.1 METODOLOGIAS E ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL**

Diante dos impactos ambientais diagnosticados na bacia do Rio Pará, é essencial a implementação de medidas eficazes para o controle da erosão, a recuperação do solo e a restauração da vegetação. Para minimizar esses efeitos e promover a recuperação de áreas afetadas, são adotadas diferentes abordagens que envolvem tanto estratégias de manejo sustentável quanto ações diretas de execução.

As práticas de manejo referem-se a um conjunto de diretrizes e estratégias que visam a prevenção da degradação ambiental por meio do planejamento adequado do uso do solo e dos recursos naturais. Elas são aplicadas a médio e longo prazo, buscando garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e a conservação contínua das áreas manejadas. Essas práticas devem ser desenvolvidas com o apoio permanente da assistência técnica rural e com ações contínuas de educação ambiental, como forma de garantir a adoção efetiva e sustentável por parte dos produtores locais, conforme orientações da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG (2013) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2008).

Por outro lado, as práticas de execução englobam intervenções diretas em áreas já degradadas, com o objetivo de restaurar a cobertura vegetal, reduzir processos erosivos e mitigar impactos ambientais negativos. Geralmente aplicadas a curto e médio prazo, essas ações incluem técnicas de engenharia e biotecnologias para a estabilização de solos e recuperação da vegetação.

O Quadro 3-1 a seguir apresenta as diferenças entre essas duas abordagens, destacando que, no caso das práticas executivas, este relatório propõe sugestões técnicas de referência, que devem ser adaptadas à realidade local mediante planejamento técnico e validação em campo por equipe especializada.

**Quadro 3-1: Definição de práticas de manejo e práticas executivas**

ABORDAGEM	DEFINIÇÃO	OBJETIVO	ABORDAGEM	TEMPO DE AÇÃO	MÉTODO PRINCIPAL
<b>Práticas de manejo</b>	Conjunto de estratégias e diretrizes para o uso sustentável do solo e da água.	Conservar o solo e a vegetação	Planejamento e controle do uso do solo e da vegetação.	Médio a longo prazo (prevenção e conservação contínua).	Definição de boas práticas, regulamentação e zoneamento ambiental.
<b>Práticas executivas</b>	Ações diretas aplicadas na área para recuperar a degradação já existente.	Restaurar áreas afetadas por processos erosivos e outros danos ambientais.	Implementação de técnicas físicas e biológicas para recuperação ambiental.	Curto a médio prazo (intervenção direta na área afetada).	Aplicação de técnicas de engenharia, plantio e controle da erosão.

Tais intervenções devem ser acompanhadas por ações sistemáticas de capacitação dos produtores, com atividades práticas, orientações técnicas e materiais educativos que fortaleçam a educação ambiental rural e favoreçam a replicação das práticas no médio e longo prazo.

A partir disso, soluções foram propostas com base na identificação das áreas a serem recuperadas. O Quadro 3-2 indica as soluções e, em seguida, há uma descrição das escolhas. Optou-se por medidas simples, de fácil execução e aderência.

As áreas degradadas em APP voltadas à recomposição da vegetação, ao aumento da infiltração e à retenção de sedimentos estão apresentadas na Tabela 3-1. As soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP estão na Figura 3-1 até a Figura 3-21.

**Quadro 3-2: Soluções propostas para Bacia do Rio Pará**

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO	CATEGORIA	SOLUÇÃO PROPOSTA	OBJETIVO
Suscetível à degradação	Recomposição de Vegetação	Muvuca de sementes	Recuperar a vegetação nativa de forma ampla, com auxílio da população
Moderada degradação	Infiltração	Terraceamento	Criar valetas para infiltração do solo
Alta degradação	Retenção de sedimentos	Paliçadas	Conter taludes e promover a deposição de sedimentos

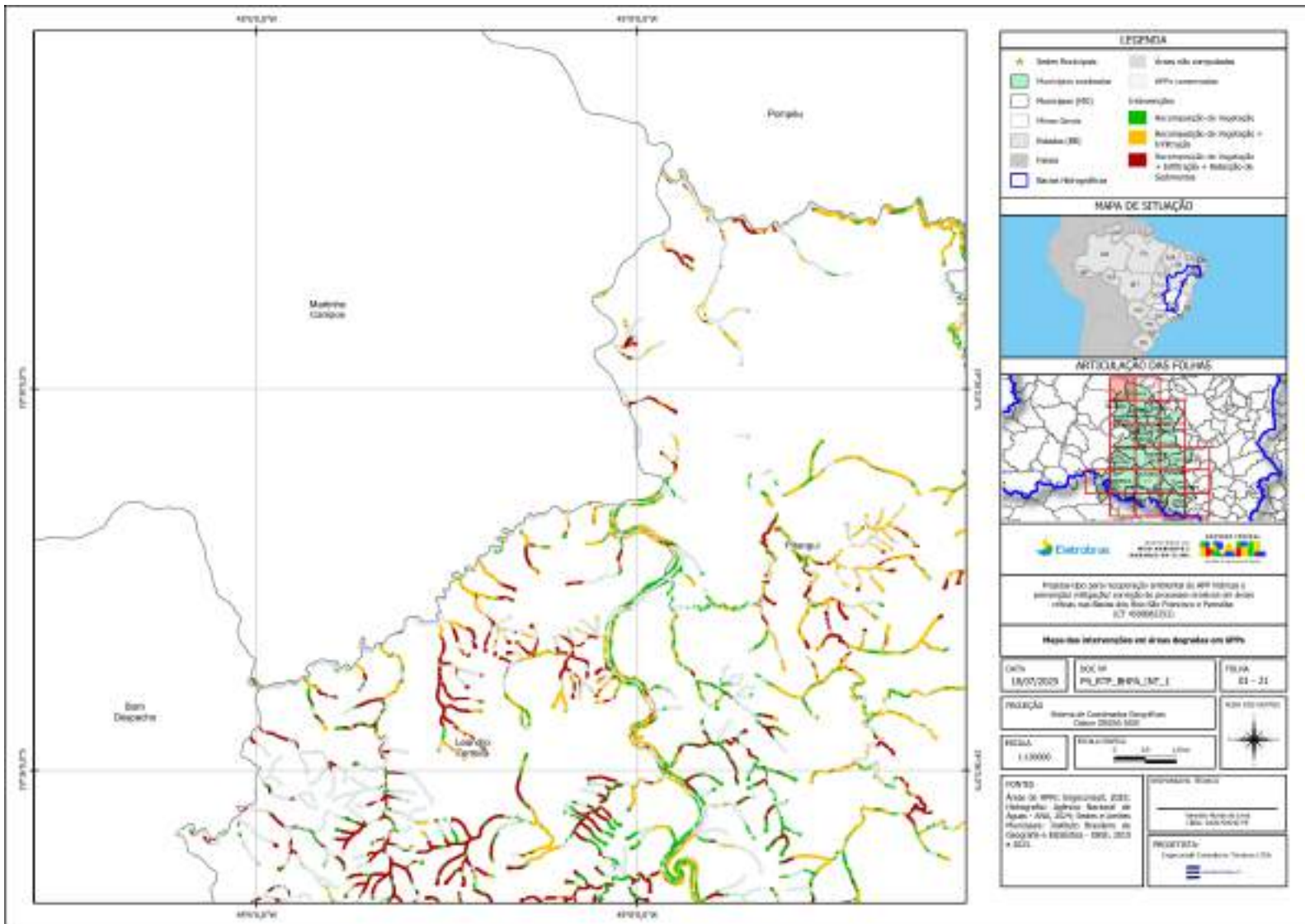
**Tabela 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha)**

MUNICÍPIO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO + RETENÇÃO DE SEDIMENTOS
Carmo da Mata	933,815	602,602	2.973,536
Carmo do Cajuru	1.105,332	2.316,469	1.102,297
Carmópolis de Minas	1.104,359	769,708	2.477,364
Cláudio	878,218	1.106,427	2.860,487
Conceição do Pará	543,504	895,705	553,034
Divinópolis	982,016	1.916,039	1.503,489
Igaratinga	350,458	1.187,304	596,515
Itaguara	1.303,267	698,629	2.958,955
Itapecerica	1.199,323	1.240,61	2.251,405
Itatiaiuçu	957,244	970,108	513,775
Itaúna	1.706,328	1.817,503	2.636,997



MUNICÍPIO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO + RETENÇÃO DE SEDIMENTOS
Leandro Ferreira	629,354	423,402	1.885,07
Nova Serrana	439,68	667,421	925,957
Onça de Pitangui	454,904	306,43	827,674
Pará de Minas	1.251,73	1.702,552	1.564,802
Passa Tempo	1.451,263	980,919	1.697,076
Piracema	649,757	363,878	2.445,319
Pitangui	820,558	1.347,194	903,628
São Gonçalo do Pará	356,815	1.215,225	479,129
São Sebastião do Oeste	603,063	696,334	1.071,091

**Figura 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 1**



**Figura 3-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 2**

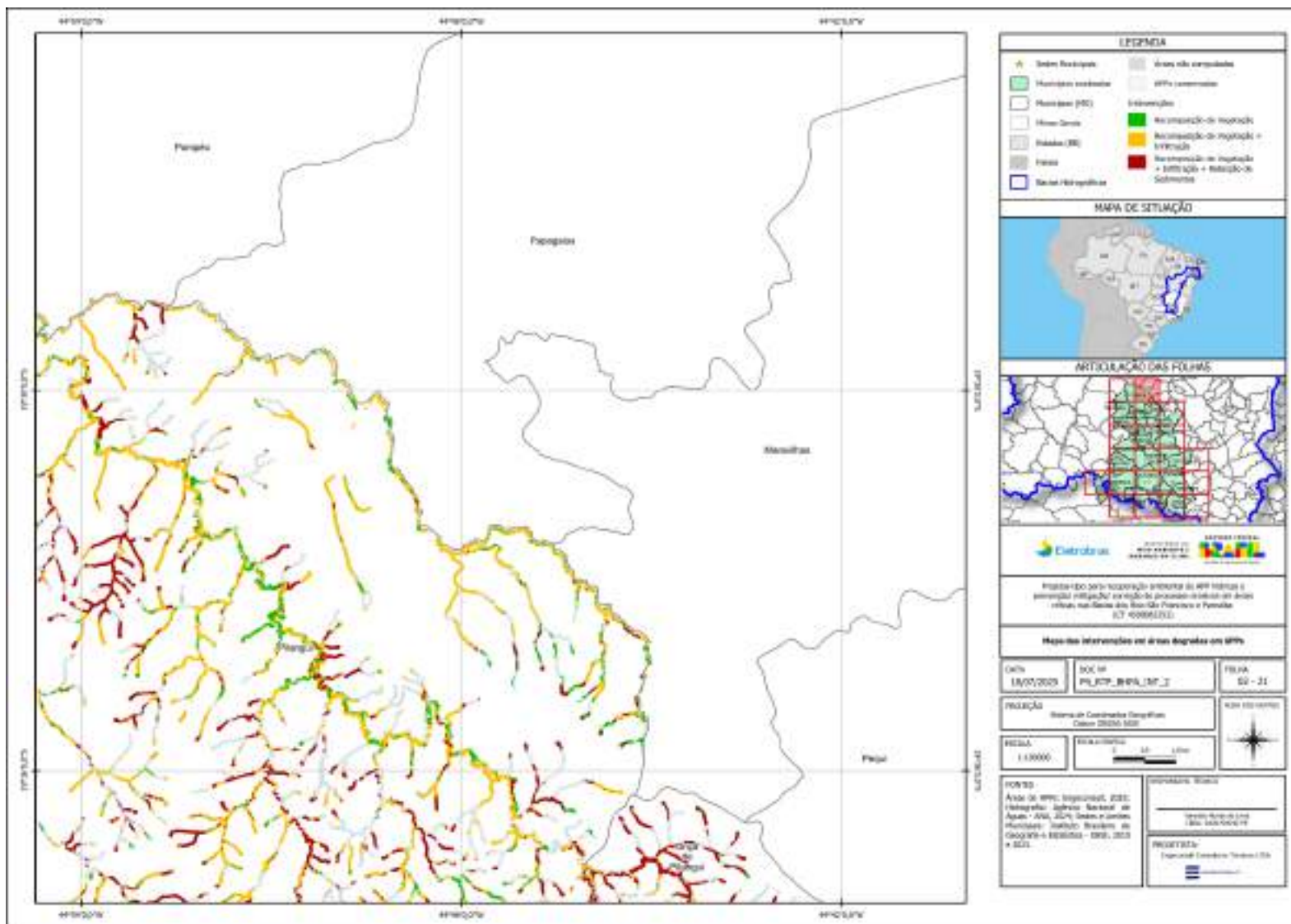
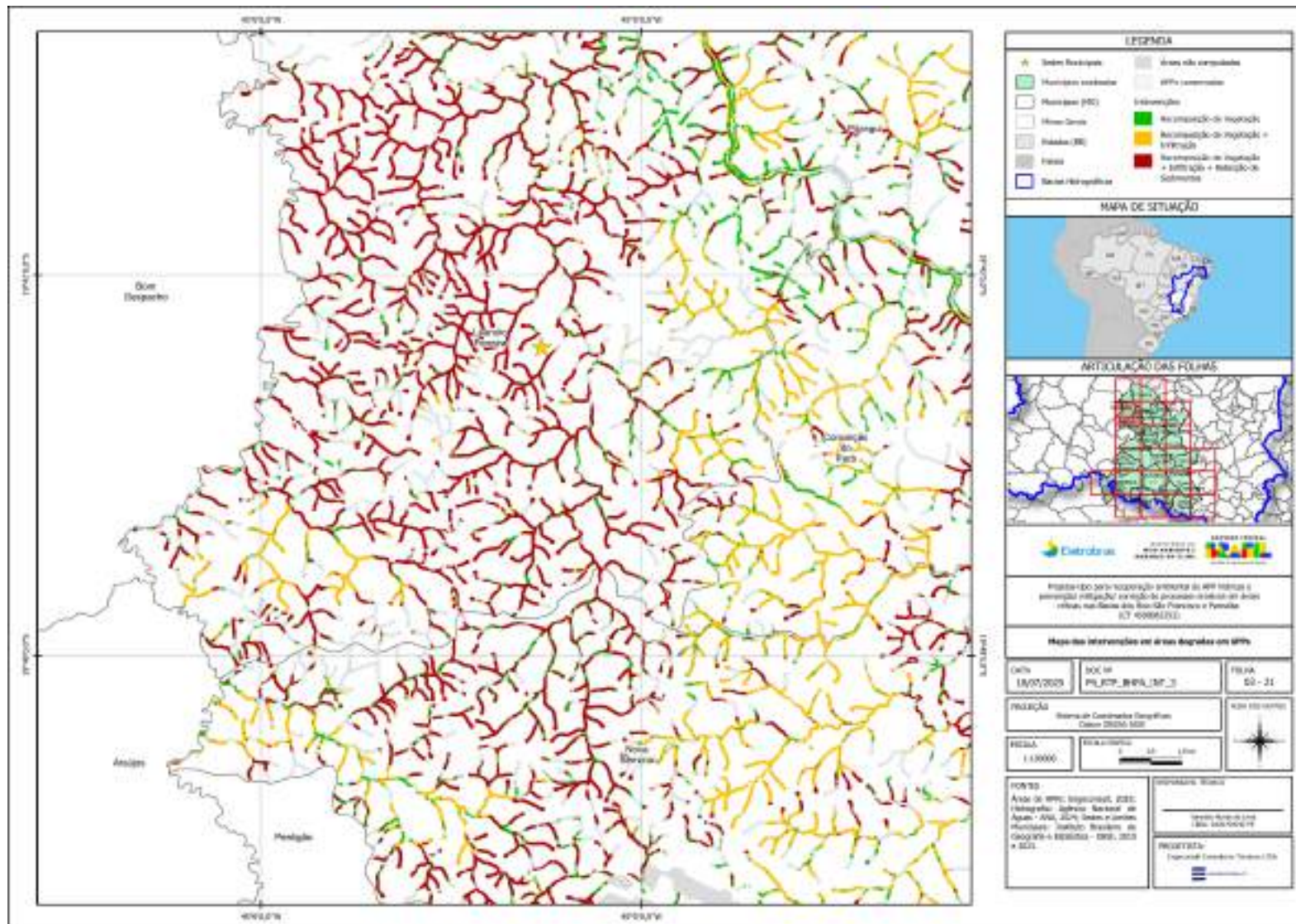


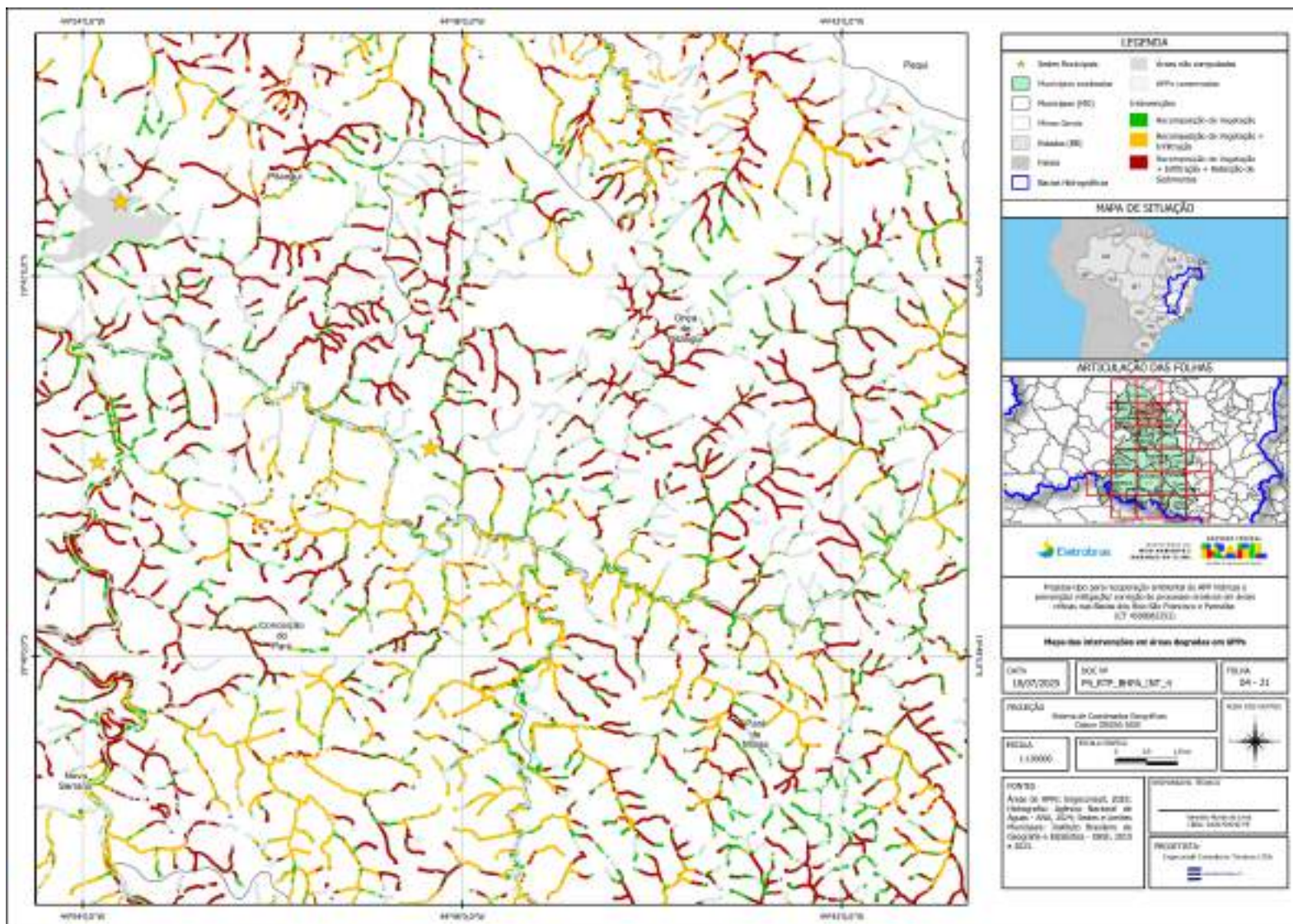


Figura 3-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 3

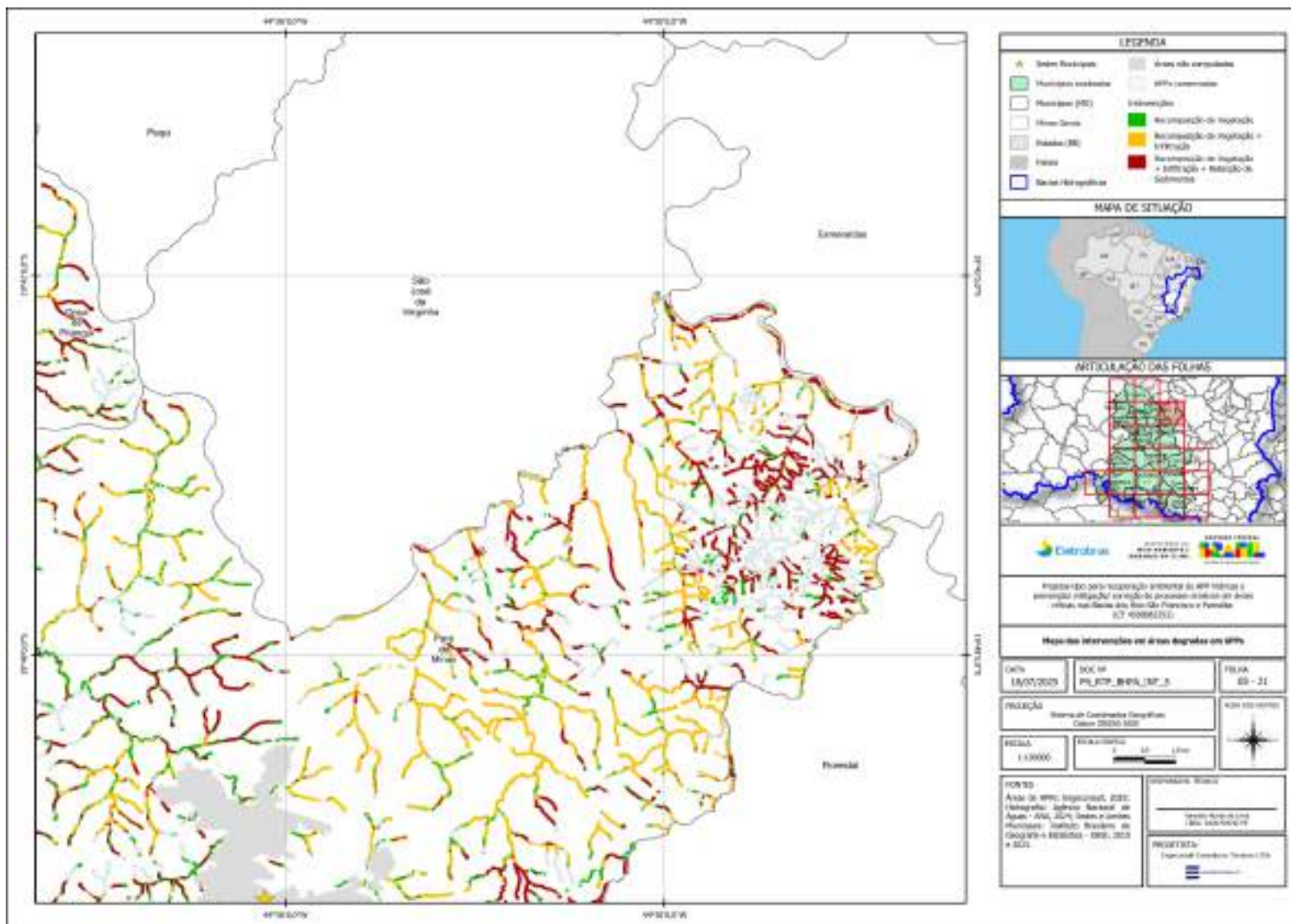




**Figura 3-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 4**

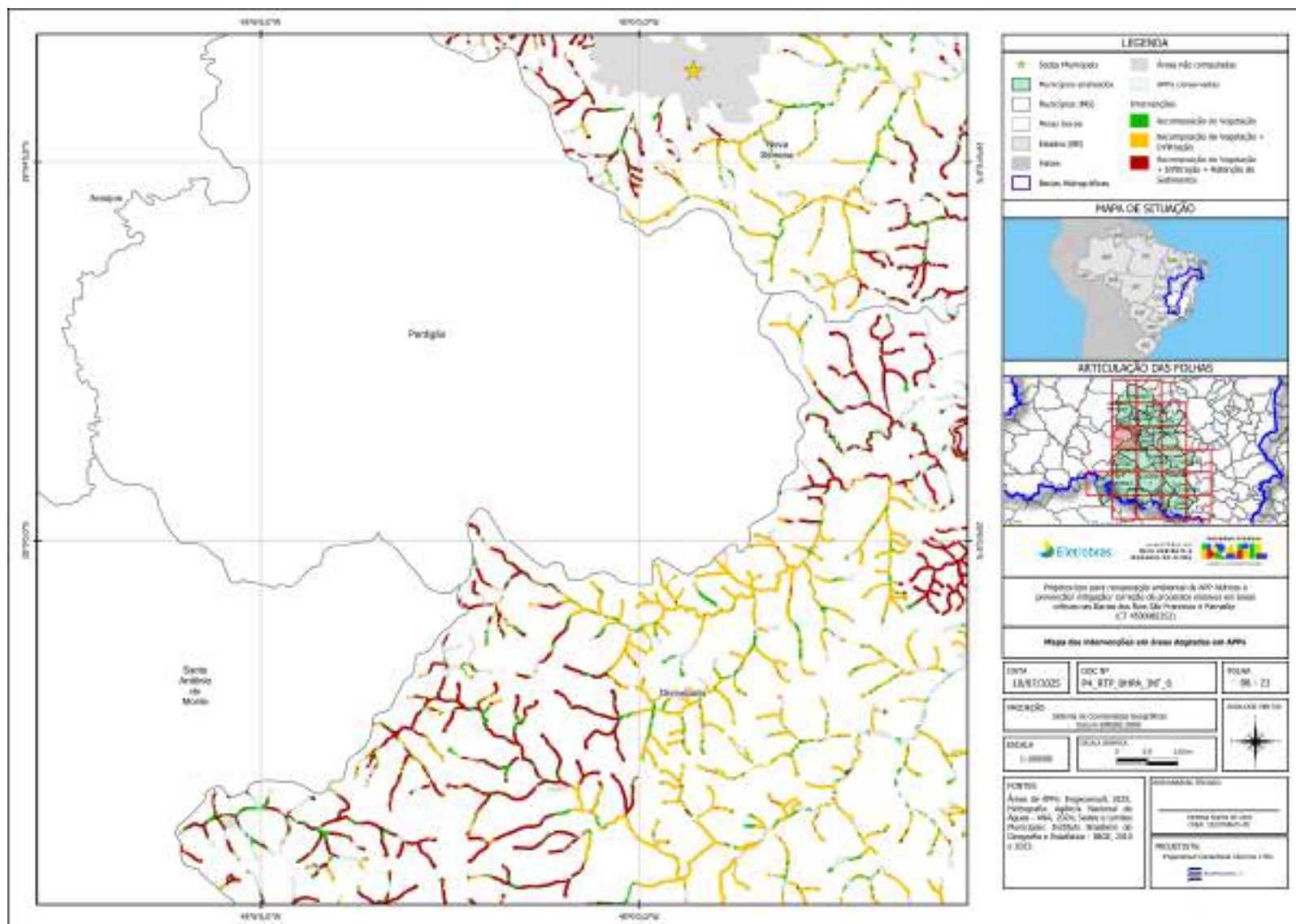


**Figura 3-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 5**



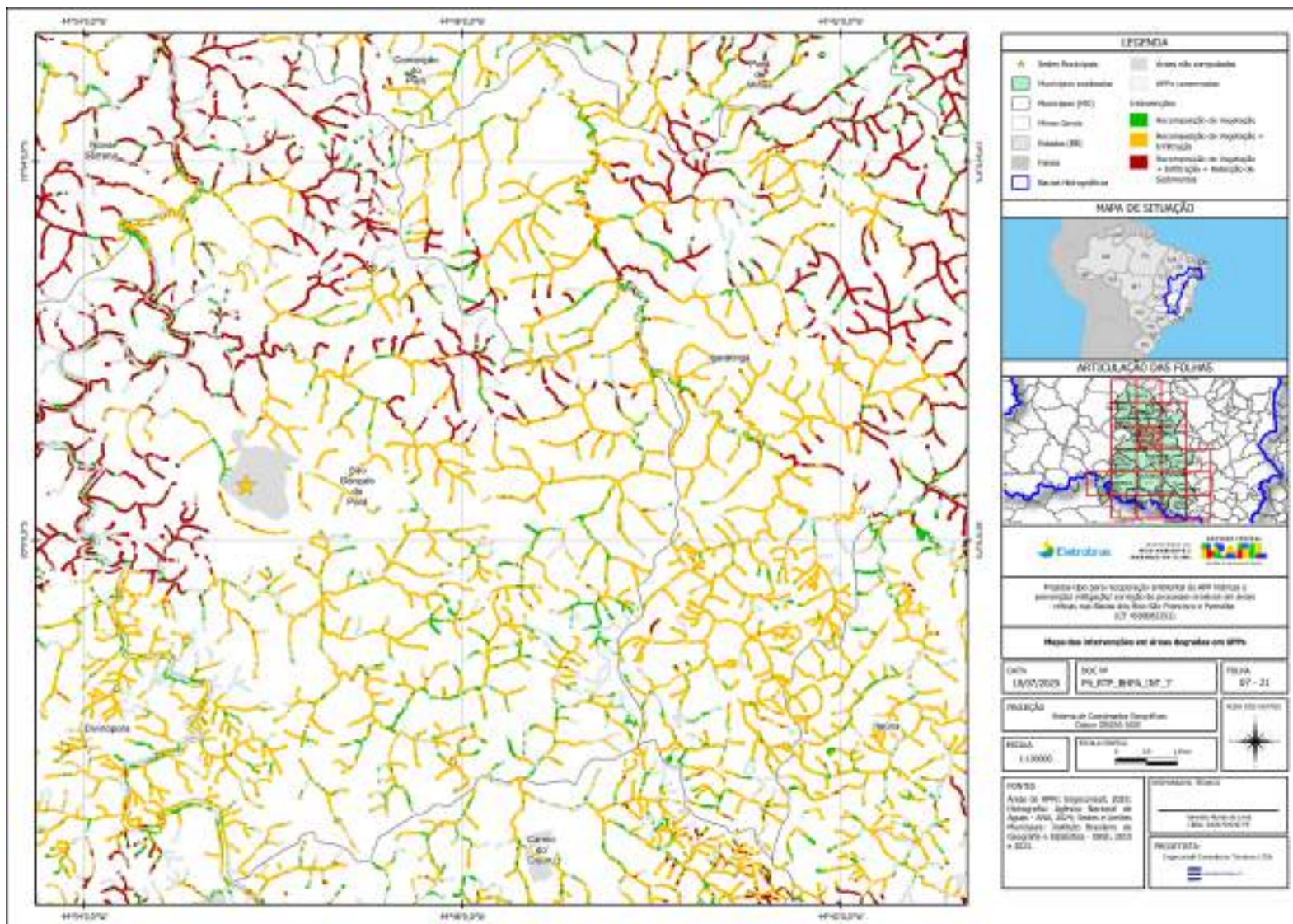


**Figura 3-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 6**





**Figura 3-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 7**







**Figura 3-9: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 9**

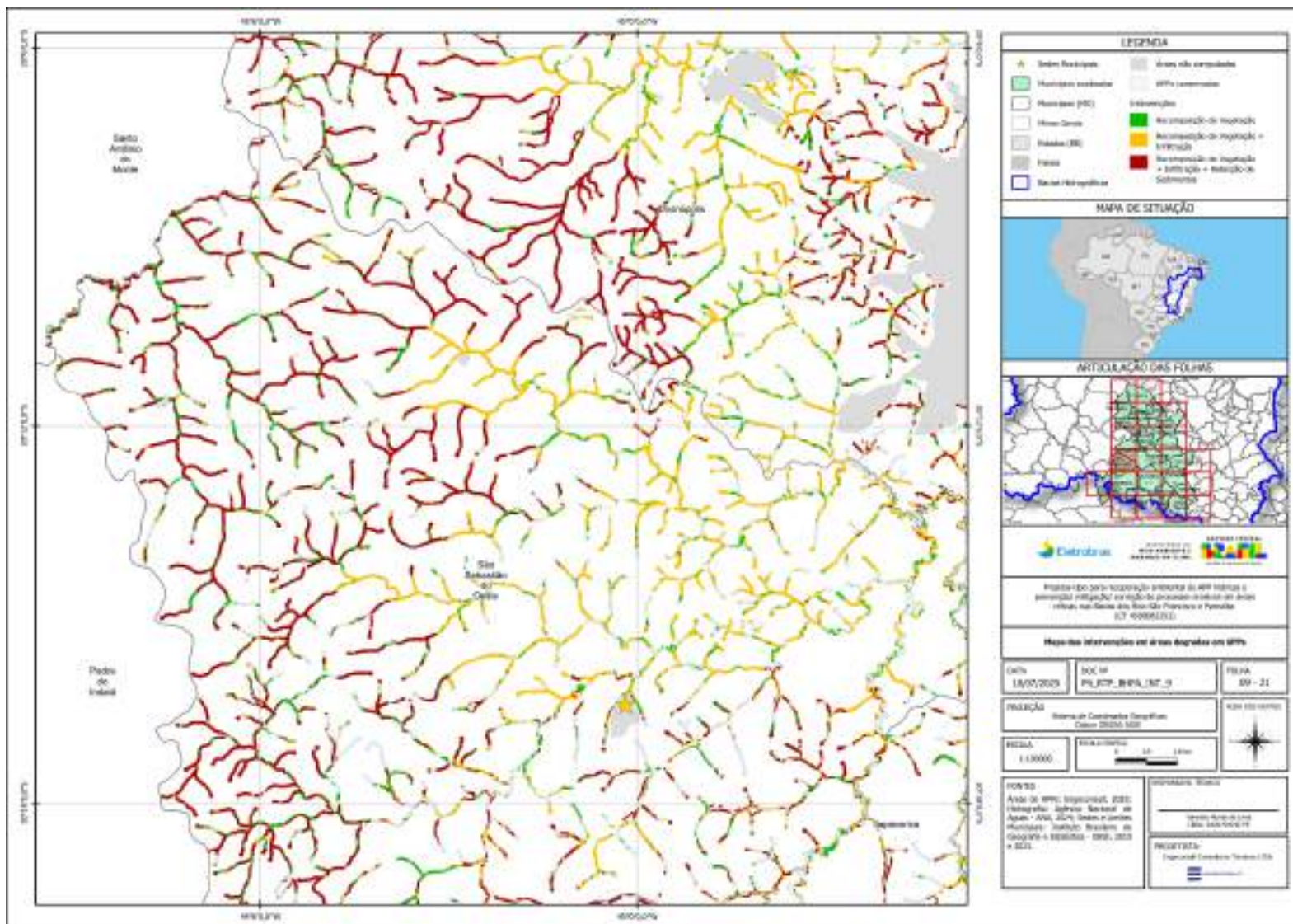
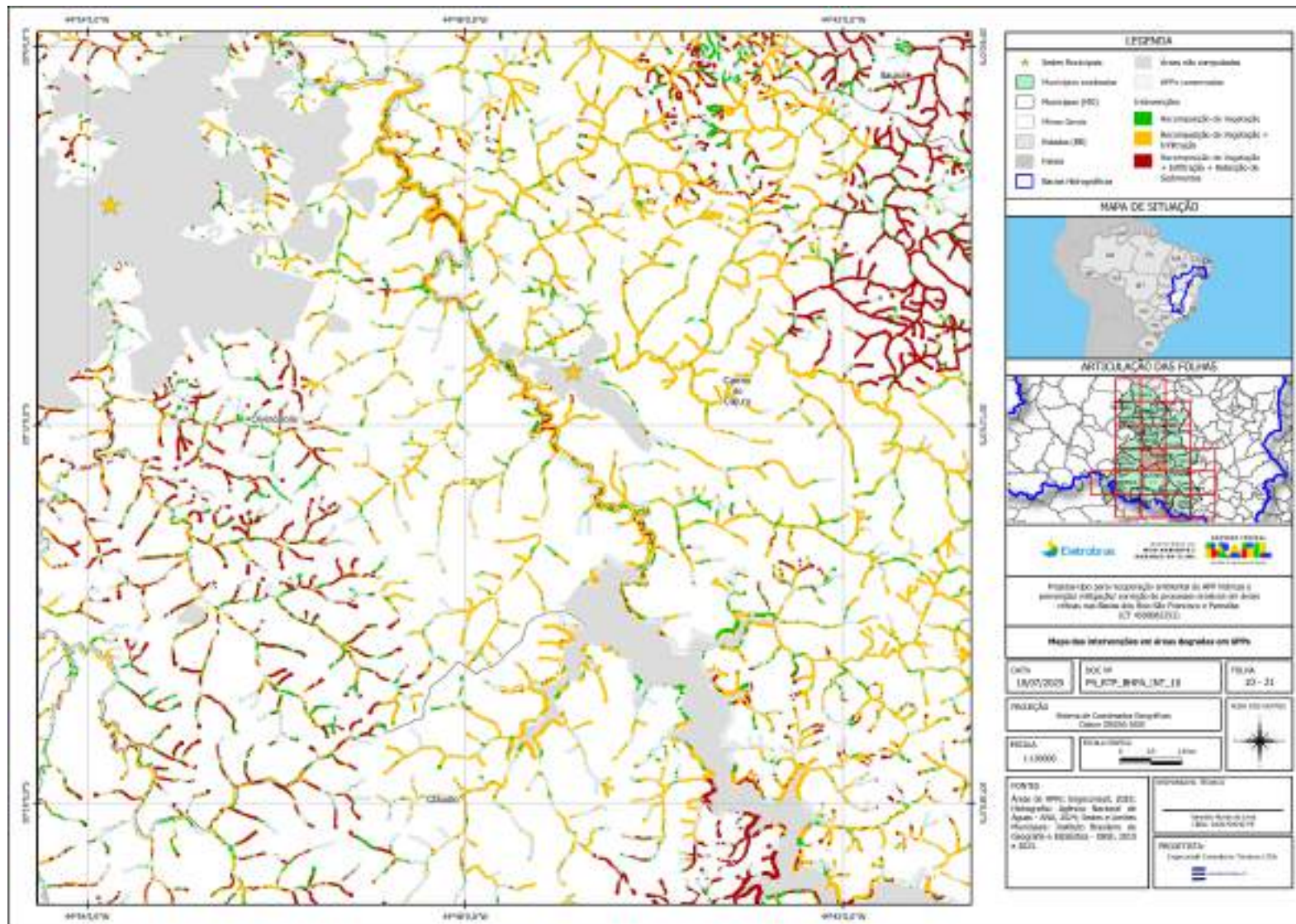




Figura 3-10: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 10





**Figura 3-11: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 11**

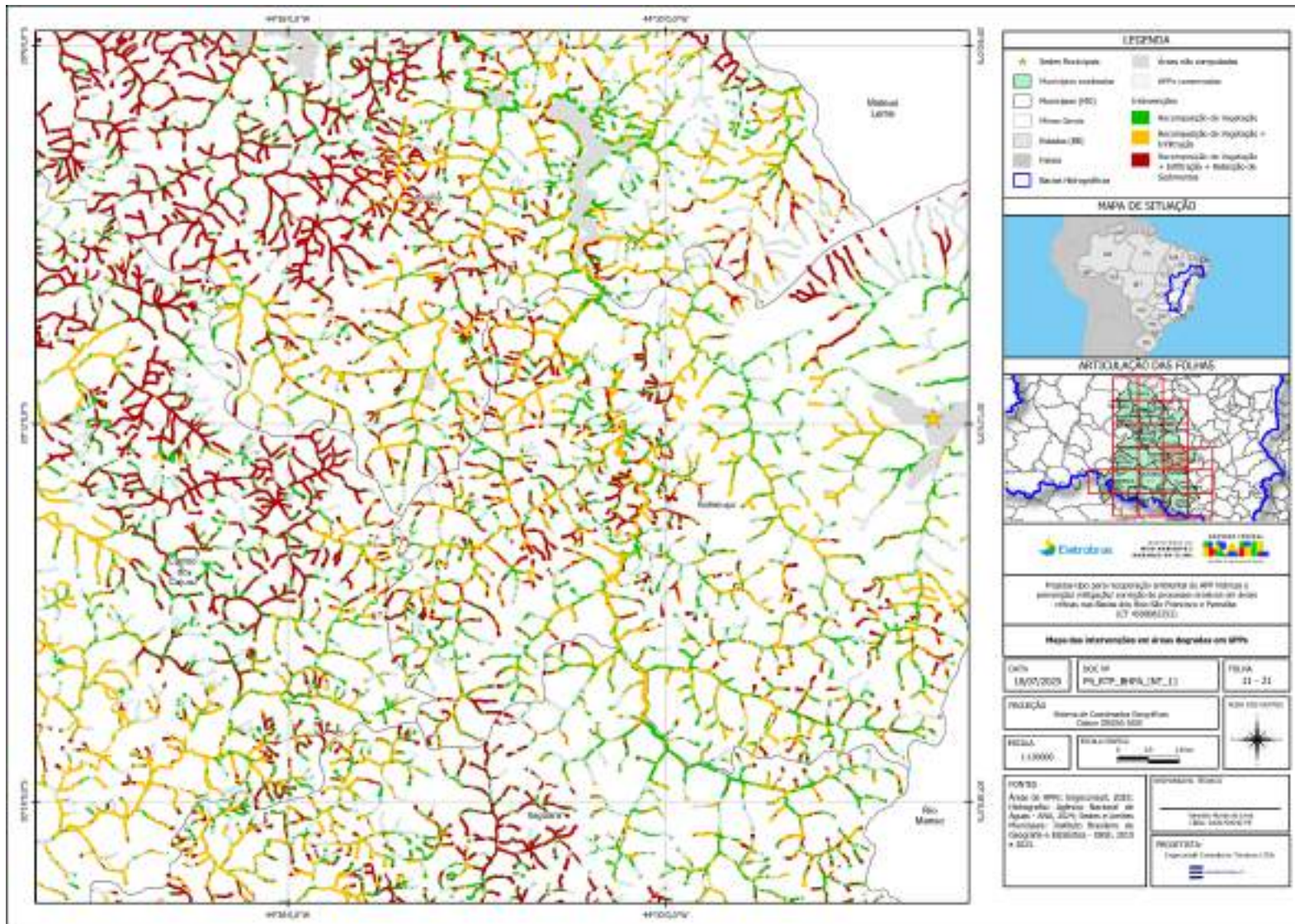
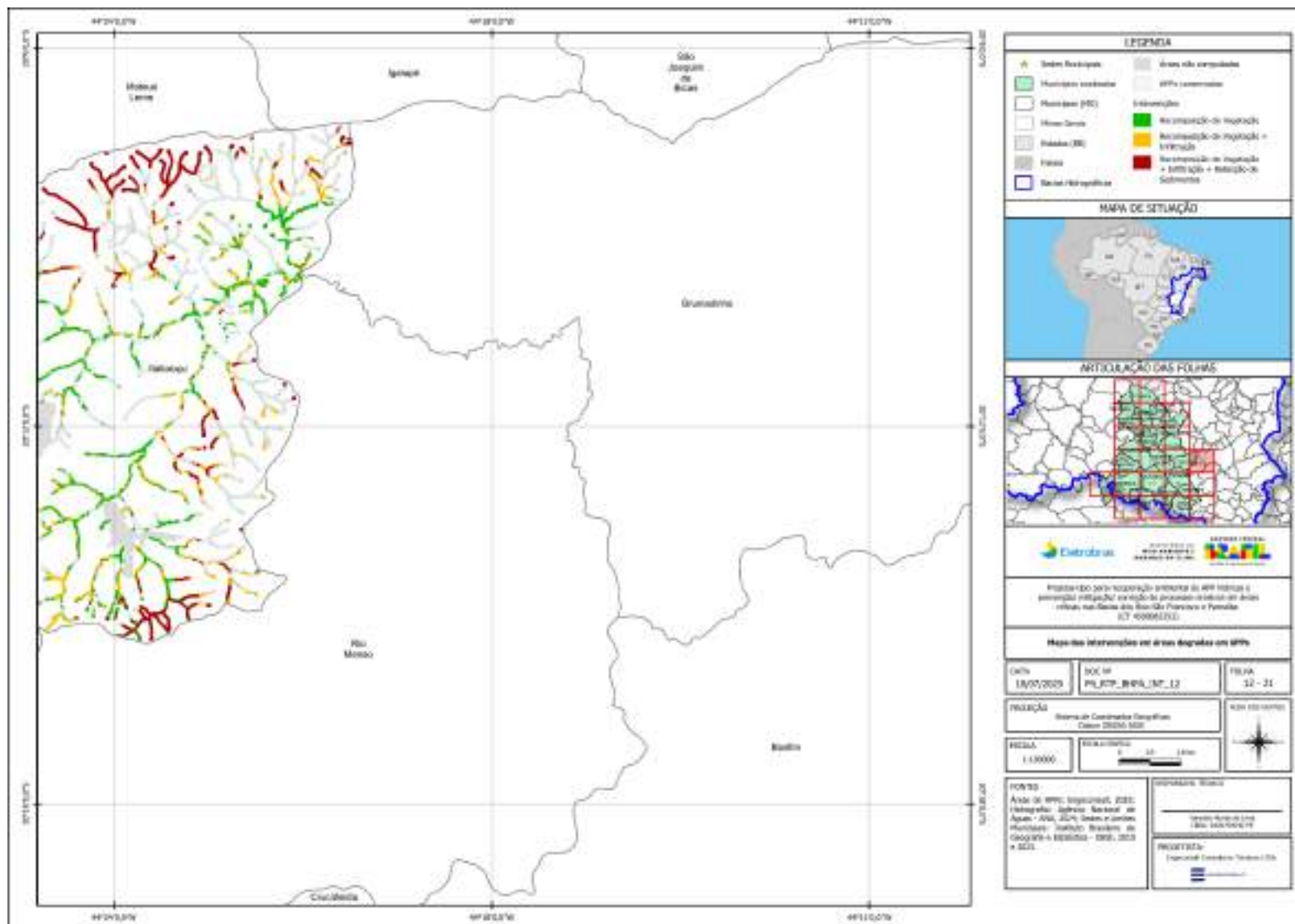
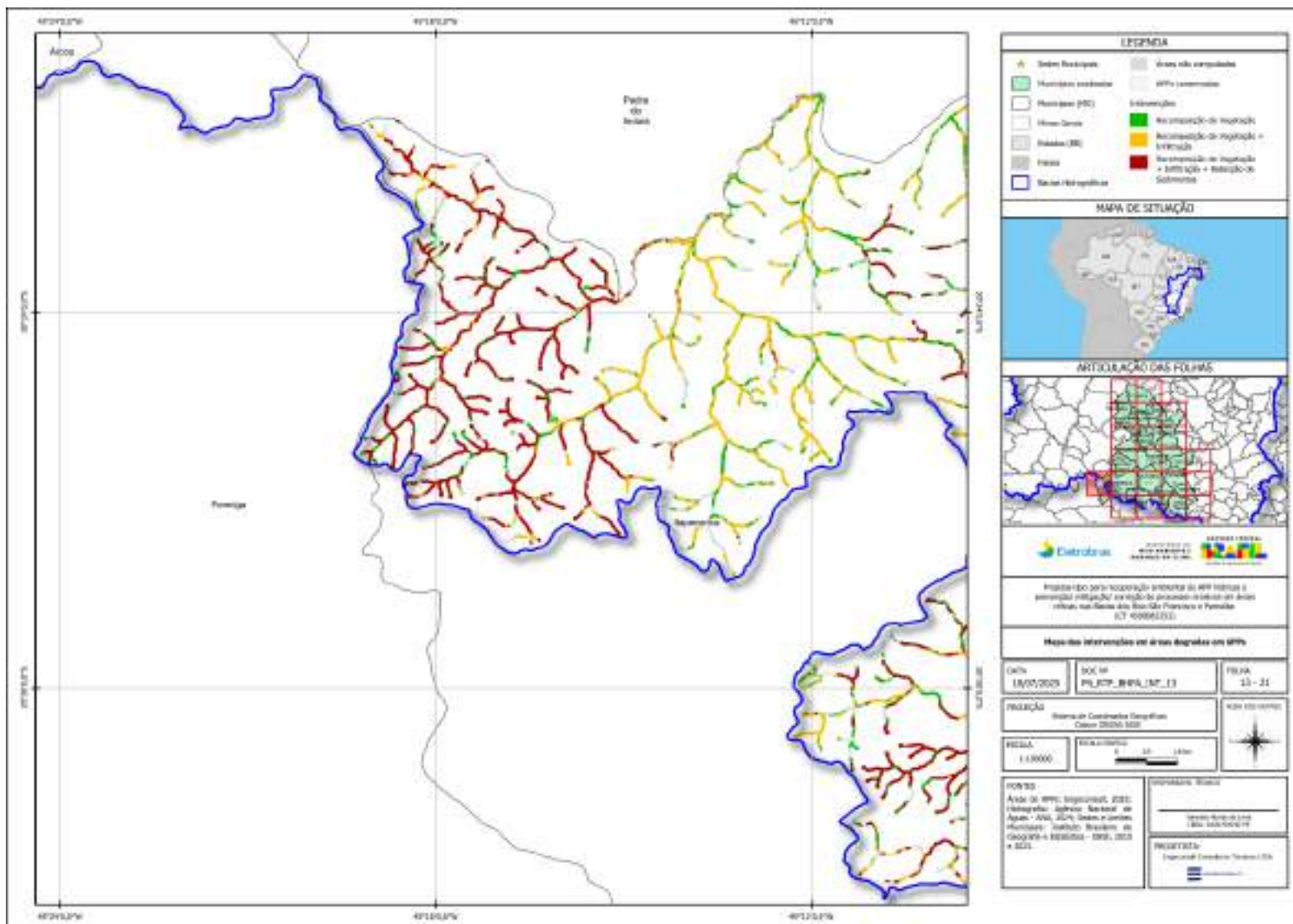


Figura 3-12: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 12





**Figura 3-13: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 13**



**Figura 3-14: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 14**

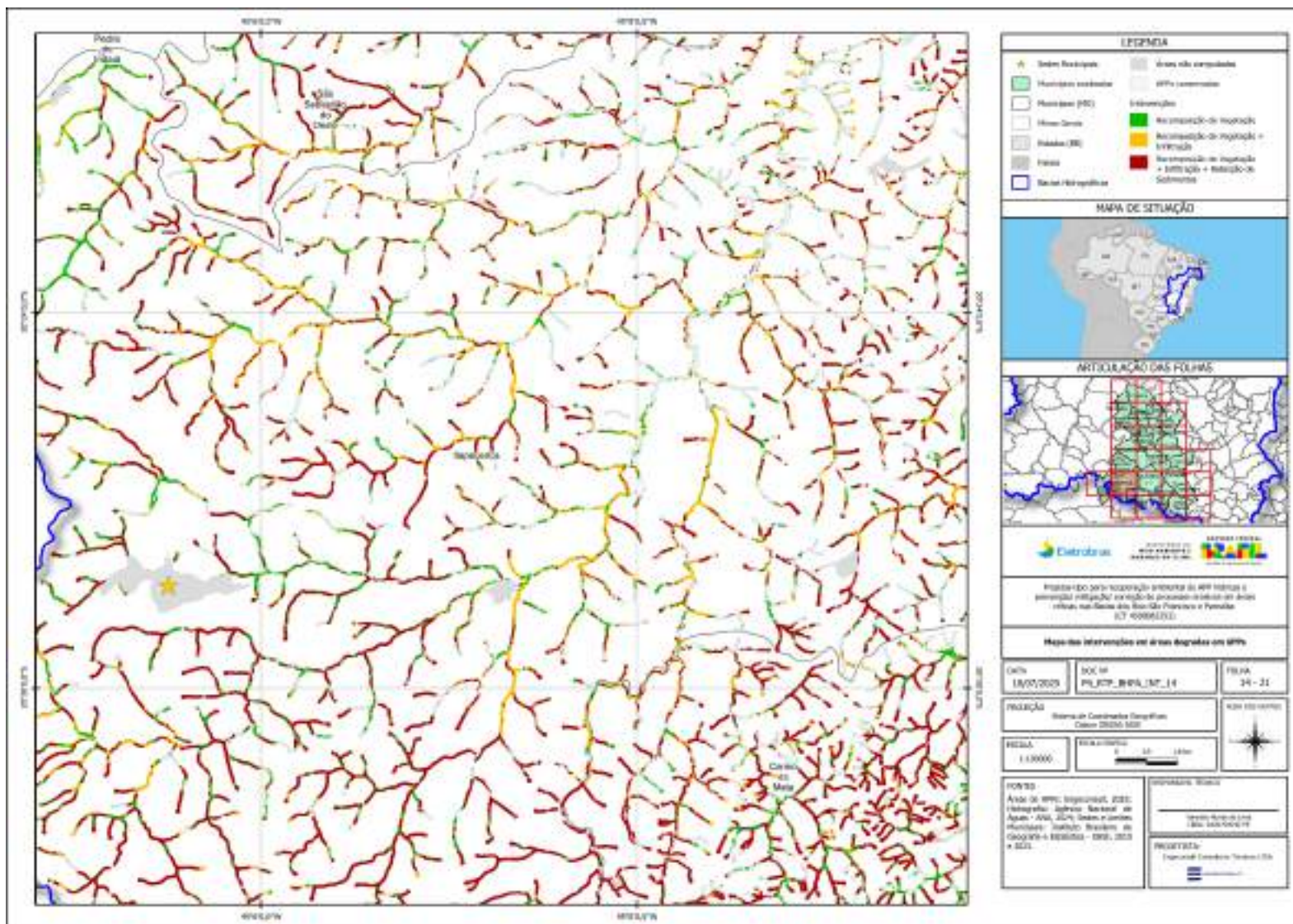




Figura 3-15: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 15

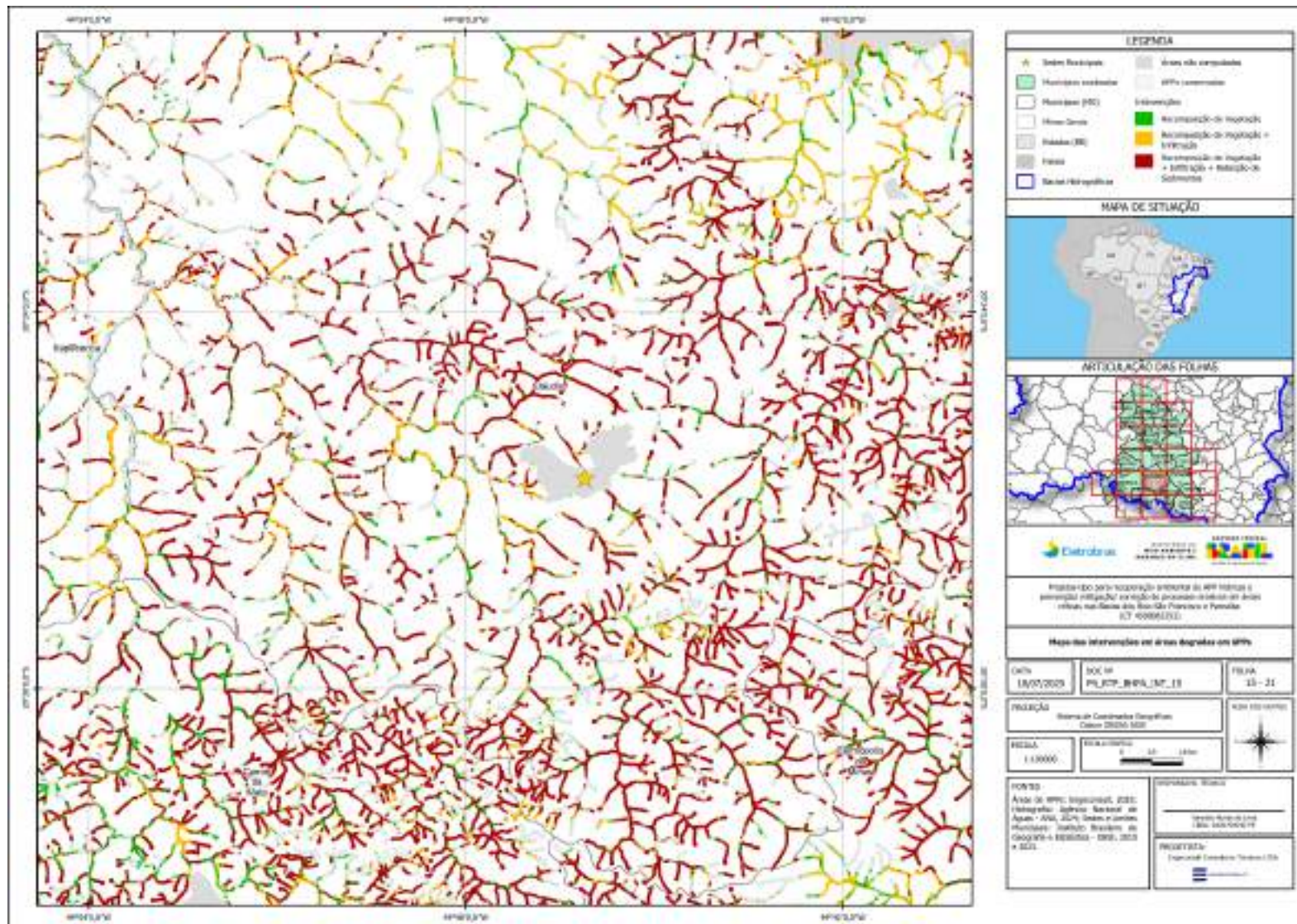




Figura 3-16: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 16

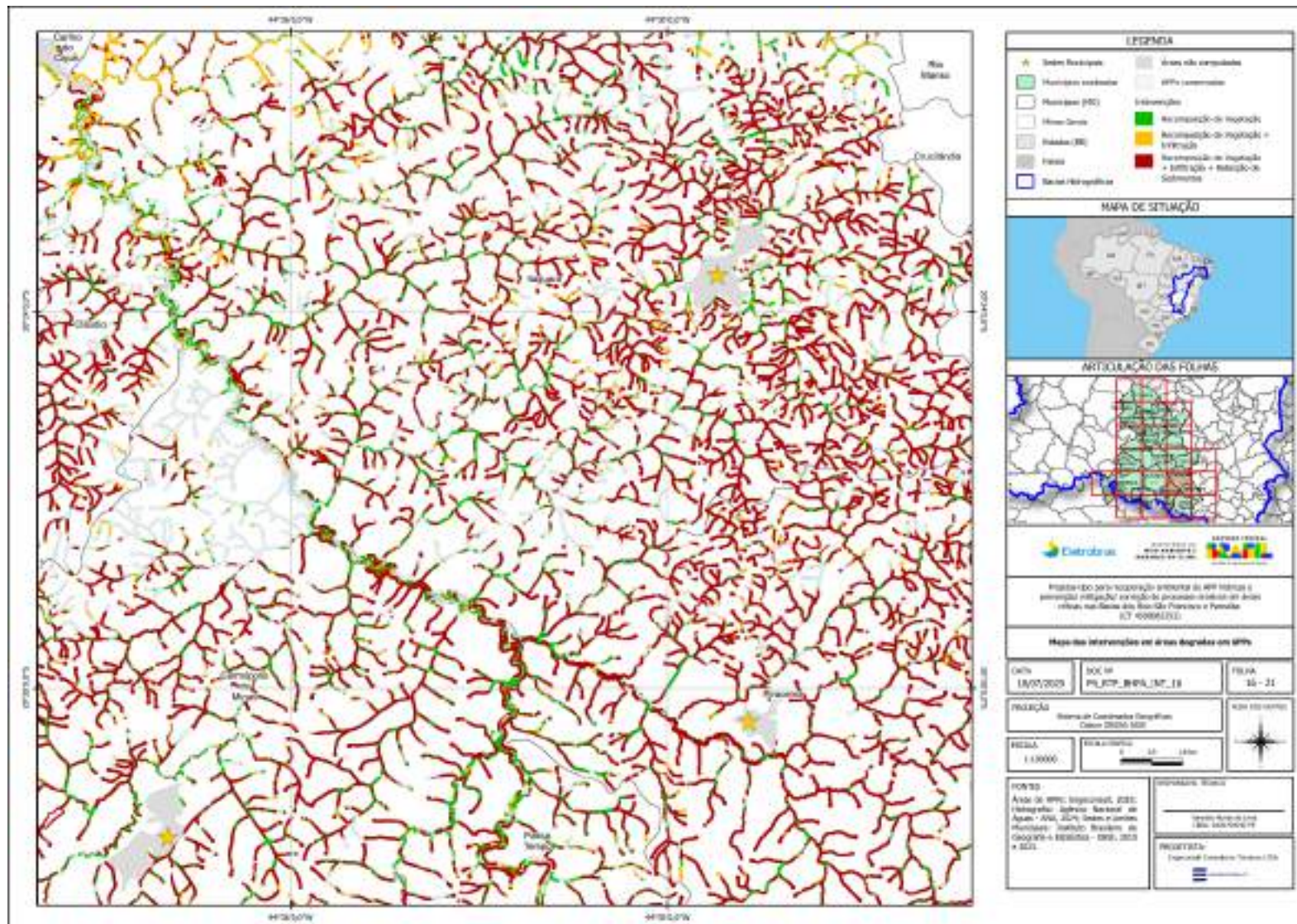
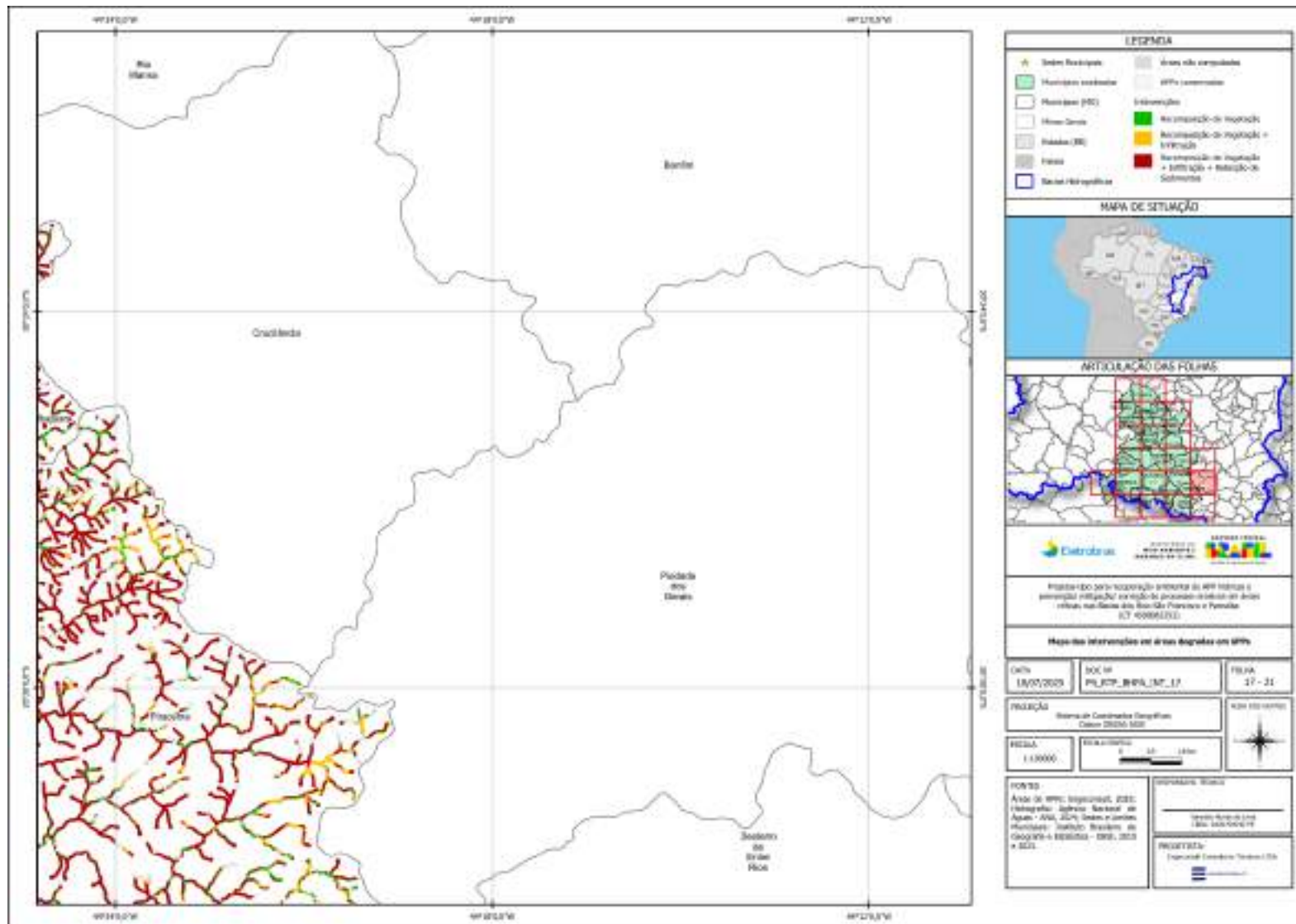
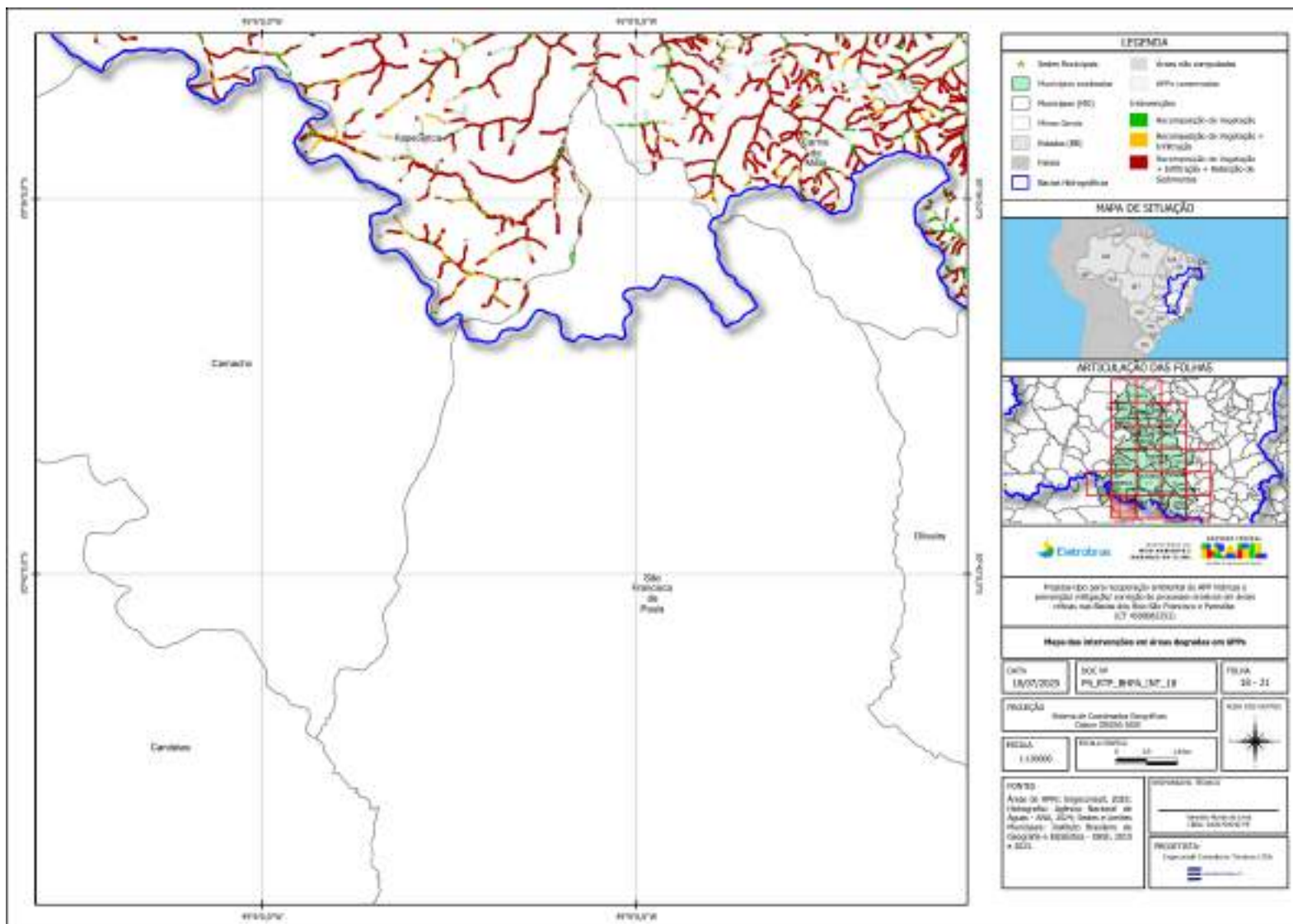


Figura 3-17: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 17



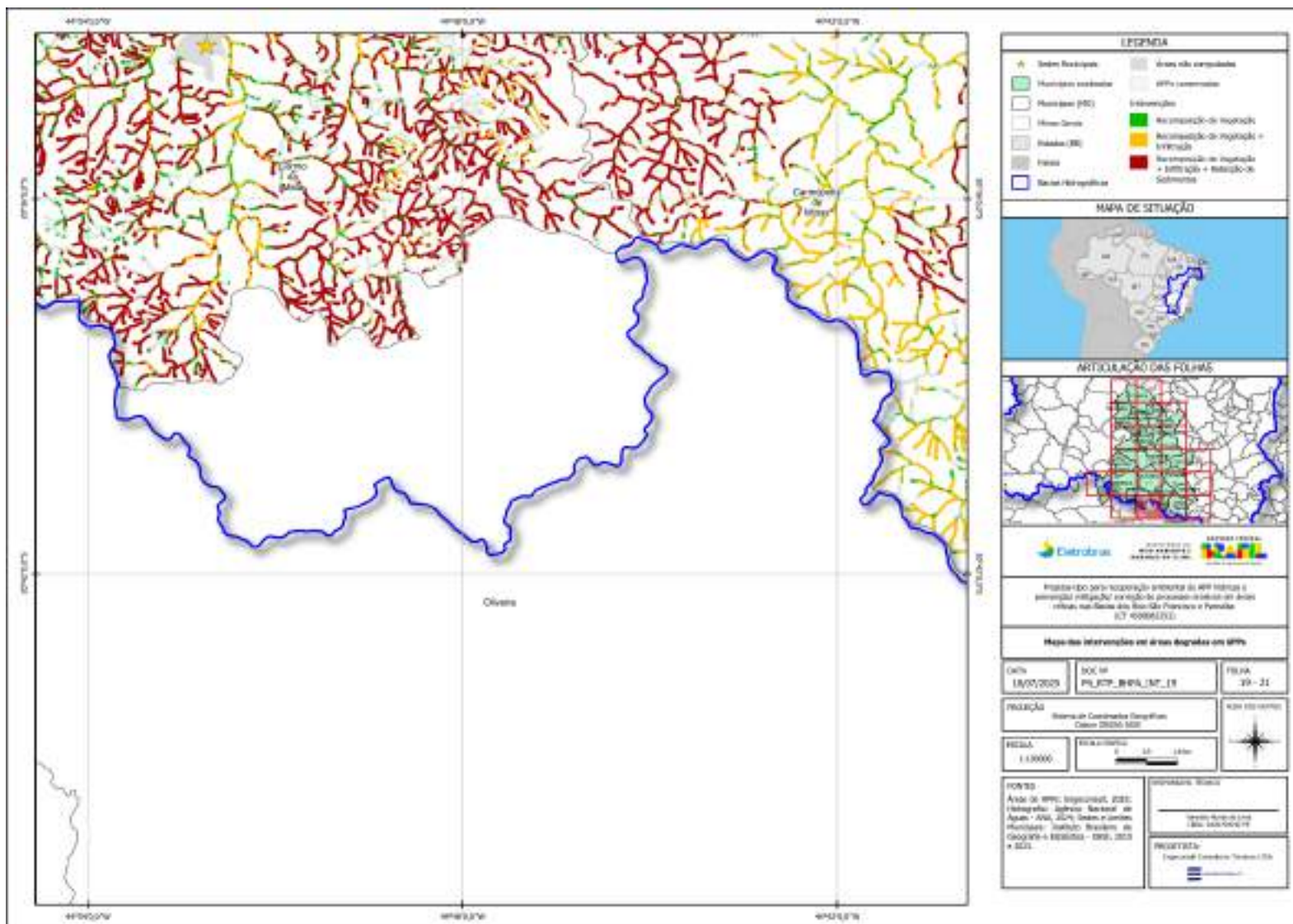


**Figura 3-18: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 18**





**Figura 3-19: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 19**



**Figura 3-20: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 20**

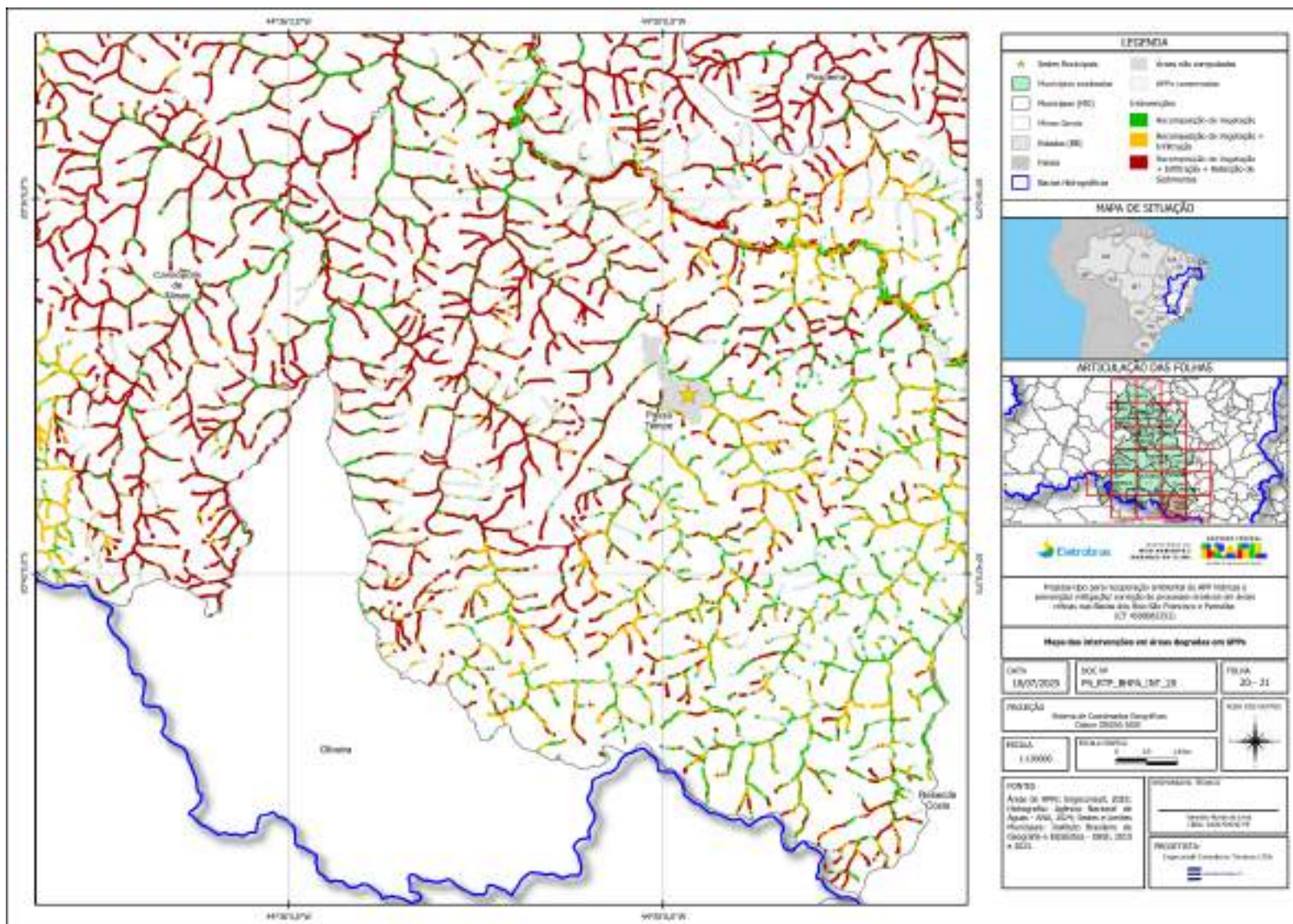
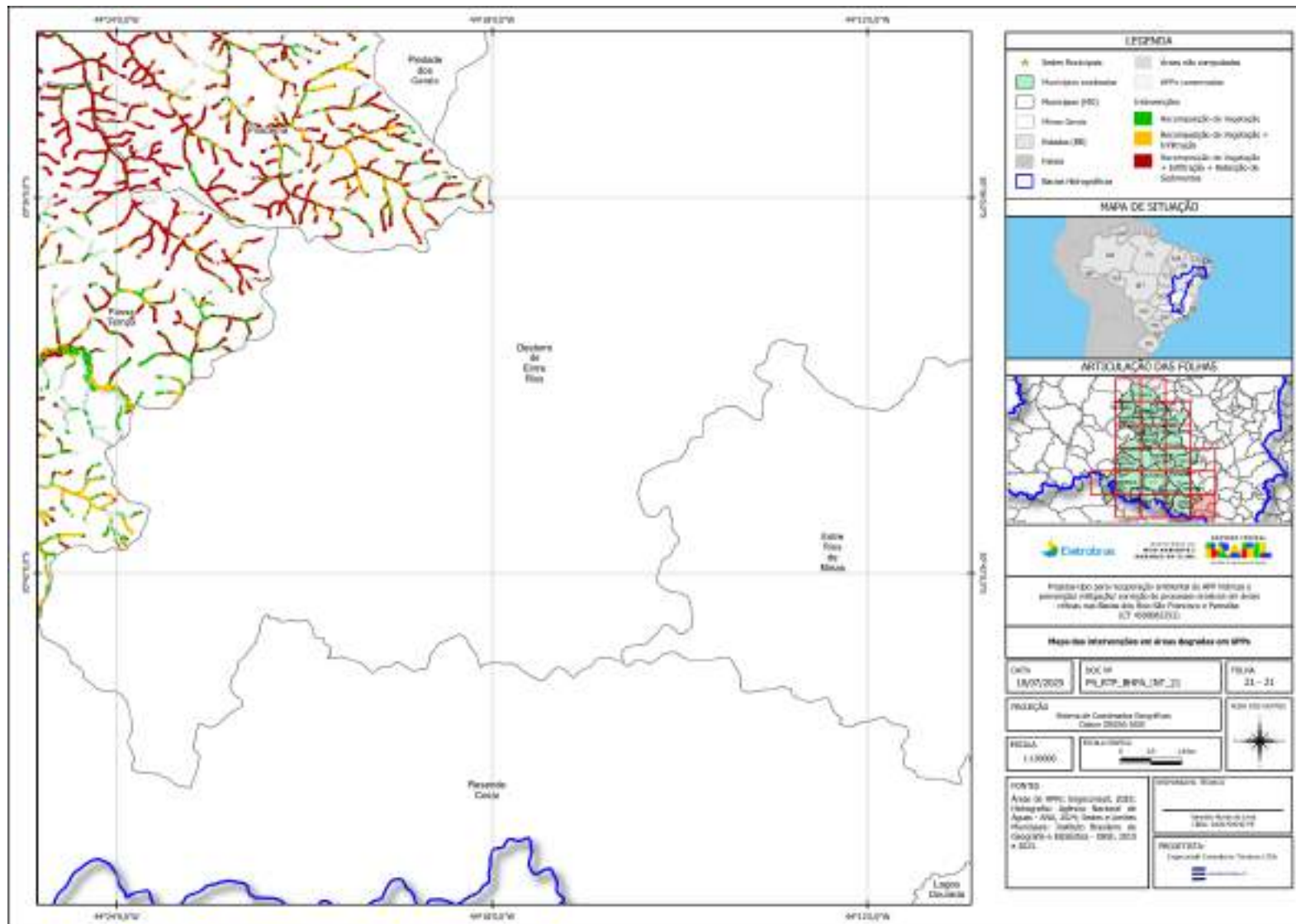




Figura 3-21: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 21





### 3.2 RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO

A manutenção ou recomposição da vegetação em áreas suscetíveis à degradação é ponto de partida para o reestabelecimento dos serviços ambientais daquele local. A recomposição da vegetação é um fundamental instrumento de política ambiental para mitigar o efeito da fragmentação do solo, reduzir o assoreamento e a degradação do meio ambiente. A cobertura vegetal atua como um sistema de amortecimento e direcionamento da água da chuva, reduzindo a velocidade de escoamento superficial e atenuando o impacto da queda das gotas da chuva sobre a superfície do solo (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013). De modo que, a presença da vegetação amortece a energia cinética das gotas de água, protegendo os agregados do solo da desagregação, prevenindo a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo, bem como a redução da velocidade do escoamento superficial pelo aumento da rugosidade do terreno (PRUSKI, 2009).

Trata-se de um importante suporte de segurança para o equilíbrio dos ecossistemas e das suas relações intrínsecas, estando diretamente associada ao manejo e à conservação dos recursos naturais (PRODHAM, 2010). Nesse contexto, a recomposição vegetal exerce função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos.

Os recursos bióticos propiciam meios para manutenção, desenvolvimento e equilíbrio da biodiversidade. No que se refere aos recursos abióticos, estes têm como função: (i) proteção da zona ripária; (ii) controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos carregados aos corpos hídricos (iii) controle da erosão do solo; e (iv) regulação do ciclo hidrológico (PRODHAM, 2010). No que se refere aos recursos hídricos, a vegetação intercepta parte da água da chuva, reduz a velocidade do escoamento superficial e aumenta a infiltração da água no solo, o que contribui diretamente para a recarga dos aquíferos e para a redução do assoreamento de corpos d'água. Em zonas ripárias, por exemplo, a vegetação atua na retenção de sedimentos, nutrientes e poluentes que poderiam comprometer a qualidade da água. Dessa forma, a cobertura vegetal promove a conservação das nascentes, a manutenção do regime de vazão dos rios e a proteção dos recursos hídricos de uma bacia.

A revegetação protege o solo da incidência direta da radiação solar sobre a superfície, atuando como isolante térmico; e impede a destruição da matéria orgânica e dos microrganismos do solo (PRUSKI, 2009). Além disso, quando na forma de cobertura morta, favorece a manutenção da umidade no solo, principalmente reduzindo as perdas por evaporação e controlando o crescimento de ervas daninhas. Destaca-se também, entre as diversas vantagens, o fato da cobertura vegetal: criar condições ambientais que propiciem o aumento das atividades microbianas do solo; contribuir para o aumento da mesofauna e macrofauna do solo (PRUSKI, 2009).

A nível regional, a recomposição da vegetação proporciona abrigo, alimento e condições de reprodução para diversos grupos da fauna, promovendo a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico, bem como ajuda a cumprir exigências legais em áreas de preservação permanente e reservas legais. A presença de cobertura vegetal também contribui na regulação do clima, influenciando a temperatura do solo e do ar, elevando a umidade do ar e reduzindo a radiação solar incidente, criando condições favoráveis para o desenvolvimento das espécies da fauna. A influência da cobertura vegetal sobre o microclima ocorre através da evapotranspiração e sombreamento, interferindo na umidade relativa e

entrada de luz, bem como nas variações de temperatura (SHINZATO; DUARTE, 2018; HEBERLE ET AL., 2017).

Na elaboração do diagnóstico foi realizado o levantamento das informações quanto ao meio ambiente, incluindo a formação da vegetação original, o uso do solo atual, as características do solo e o potencial de regeneração natural da vegetação nativa, visando subsidiar ações voltadas à recuperação de áreas degradadas e ao controle de processos erosivos (EMBRAPA, 2019). Com base nessas informações prévias do diagnóstico, torna-se possível indicar a solução adequada à realidade da área avaliada.

Com base no diagnóstico físico da área de estudo da bacia do Rio Pará, observou-se a predominância de Argissolos (aproximadamente 56,97%) e de Latossolos (cerca de 37,76%), o que caracteriza um solo majoritariamente argiloso, com variações de permeabilidade moderada a lenta. Em relação ao relevo, destaca-se o domínio de patamares (46,41%) e planaltos dissecados (32,87%), configurando uma paisagem com declividades suaves a acentuadas.

De acordo com a interpretação dos dados de declividade por município, fornecidos pela equipe de geoprocessamento do relatório propositivo, observa-se a predominância das classes ondulado (8% a 20%) e fortemente ondulado (20% a 45%), seguidas pela classe suave ondulado (3% a 8%). Essa configuração morfométrica reforça a necessidade de adoção de práticas de recuperação ambiental que combinem técnicas vegetativas e estruturais. Dessa forma, as soluções propostas a seguir foram organizadas de modo a orientar a execução direta das intervenções, conforme o grau de degradação - suscetível, moderada e alta - observado em campo respeitando as limitações físicas e o potencial de recuperação de cada local.

### **3.2.1 Muvuca de Sementes**

Considerando os aspectos ambientais na bacia do Rio Pará e a abrangência dos 20 (vinte) municípios, indica-se o plantio direto por muvuca de sementes como solução para as áreas suscetíveis a degradação.

Pela predominância de áreas com vegetação secundária, solos argilosos e relevo suave a moderadamente inclinado, a aplicação da técnica de plantio direto com muvuca de sementes nativas nas áreas consideradas suscetíveis a degradação, tem o objetivo de aumentar a cobertura vegetal do solo. Assim, as funções ecológicas são restauradas com menor custo operacional, aumentando a resiliência do sistema natural. A técnica é indicada para regiões com vegetação remanescente parcial e bom potencial de regeneração, como observado no diagnóstico físico da bacia (Ver Produto 3 – Relatório técnico – Diagnóstico).

O plantio deve ser programado para ocorrer entre os meses de agosto e setembro, com base nos dados climáticos da bacia, que indicam concentração das chuvas a partir da primavera, favorecendo a germinação e o estabelecimento das espécies semeadas. O preparo da área envolve roçada seletiva, controle de espécies invasoras e, se necessário, descompactação leve com grade. A semeadura será realizada a lanço, técnica que consiste na distribuição manual ou mecanizada da mistura de sementes diretamente sobre o solo preparado, seguindo as curvas de nível. Essa abordagem permite a cobertura rápida e heterogênea da área, sendo posteriormente complementada pela aplicação de palhada ou cobertura morta, que protege o solo, conserva a umidade e favorece a germinação.

Para a execução eficiente da técnica, recomenda-se a aplicação de aproximadamente 300 a 600 kg de sementes por hectare, conforme indicado por Rocha e colaboradores (2020), em material elaborado pela EMBRAPA em conjunto com Instituto Socioambiental. Essa quantidade inclui de sementes de adubação verde, nativas de diferentes grupos sucessionais e material inerte (como areia ou pó de serra) para facilitar a dispersão, variando a depender da densidade de espécies utilizadas, da qualidade das sementes e das condições específicas do terreno.

**Figura 3-22: Exemplo de sementes utilizadas em muvuca**



Fonte: Lilo Clareto/Instituto Socioambiental (ISA)

A composição da muvuca deve refletir a diversidade de estágios sucessionais do bioma Cerrado e da Mata Atlântica, predominantes na região. A mistura utilizada incluirá:







- Espécies de adubação verde (fase 1): espécies que promovem a melhoria da fertilidade do solo e cobertura rápida, atuando como preparadoras para a sucessão ecológica;
- Espécies pioneiras (fase 2): responsáveis por estabelecer a vegetação inicial, com crescimento rápido e alta capacidade de adaptação, fornecendo sombra e proteção para as espécies seguintes;
- Espécies secundárias (fase 3): atuam no sombreamento do solo, aumento da biomassa e estruturação intermediária do ecossistema;
- Espécies clímax (fase 4): proporcionam estabilidade ecológica a longo prazo, com maior longevidade e importância na restauração da diversidade estrutural e funcional.



Essa técnica está fundamentada em Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015), na cartilha Caminhos da Semente (2020) e nas orientações da EPAMIG (2013) e EMBRAPA (2008), sendo compatível com as características edafoclimáticas da bacia do Rio Pará. Com o objetivo de promover alta diversidade funcional, rápida ocupação do solo e execução em larga escala, o Quadro 3-3 apresenta os grupos sucessionais com os 20 (vinte) espécimes recomendados para a recomposição vegetal.



**Quadro 3-3: Estágios da vegetação remanescente por área**

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueiro, Papagaio	7 m	pioneira	
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira	15 a 30 m	pioneira	
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	Cumaru-das-caatingas, Umburana-de-cheiro	12 m	pioneira	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro, Caju-de-árvore-do-cerrado	6 m	pioneira	
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum, Colorau	4 m	pioneira	
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira, Fruta-do-lobo, Jurubebão	5 m	pioneira	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira, Macanaíba	15 m	pioneira	

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	Tapiá	35 m	não pioneira - secundária inicial	
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Peroba-Rosa, Pereiro, Peroba	25 a 50 m	não pioneira - secundária tardia	
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-Branco, Caixão, Jequitibá-mestiço, Binga-de-macaco	15 a 35 m	não pioneira - clímax	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru, Cumbaru, Cumarú, Baruzeiro	10 m	não pioneira - secundária inicial a secundária tardia	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá, Jutai, Jataúba	35 m	não pioneira - secundária tardia ou clímax	
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Guapeva, Abiu-piloso, Abiu-do-cerrado	35 m	não pioneira - secundária tardia ou clímax	

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Erythrina falcata</i>	Corticeira, Bico de Pato, Boco de Papagaio	35 m	não pioneira - secundária inicial ou clímax	
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Frango-assado, Farinha-seca	35 m	pioneira a secundária inicial (não pioneira)	
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão-de-porco	1,5 m	Adubação verde (leguminosa agrícola)	
<i>Cajanus cajan</i> cv. IAPAR 43	Guandu-anão	2,5 m	Adubação verde (leguminosa agrícola)	
<i>Crotalaria breviflora</i>	Crotalária	1,2 m	Adubação verde (leguminosa agrícola)	
<i>Mucuna deeringiana</i>	Mucuna-anã	2,0 m	Adubação verde (leguminosa agrícola)	
<i>Vigna unguiculata</i>	Feijão-caupi	0,8 m	Adubação verde (leguminosa agrícola)	

Fonte: EMBRAPA, 2025; Brancalion, Gandolfi e Rodrigues, 2015



### 3.3 INFILTRAÇÃO

As classes de solos existentes refletem as condições ambientais locais, como o microclima, a disponibilidade hídrica, o relevo e o tipo de vegetação predominante. Por exemplo, solos de estrutura granular, como os Latossolos, possuem melhor infiltração da água no perfil do solo, por apresentar maior quantidade de poros, contribuindo para a recarga dos aquíferos e a redução do escoamento superficial. Entretanto, solos como os Argissolos que apresentam estrutura em blocos, possuem menor quantidade de poros, o que dificulta a infiltração e intensifica o risco de escoamento superficial, principalmente em eventos de chuvas intensas (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013). A baixa capacidade de infiltração, faz com que as nascentes apresentem quedas de vazão nas épocas secas. Diante disso, o controle da erosão deve ser maior em solos com estrutura em blocos. As técnicas adotadas não irão mudar a estrutura natural dos solos, mas vão criar condições na sua superfície para aumentar a infiltração da água (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013).

A água da chuva que não infiltra no solo escoar sobre a superfície podendo causar erosão, especialmente quando o solo está descoberto ou submetido a práticas inadequadas de manejo. O escoamento superficial intenso em solos com baixa infiltração transporta partículas de solo, nutrientes e contaminantes, comprometendo a qualidade da água das bacias hidrográficas, pois aumenta a turbidez, o aporte de nutrientes e metais pesados. Ressalta-se que, o escoamento superficial tem início quando a intensidade de precipitação excede a capacidade de infiltração (PRUSKI, 2009).

Em áreas com moderada degradação, o aumento da infiltração de água no perfil do solo através de técnicas conservacionistas adequadas de intervenção ajuda a reduzir o avanço dos processos erosivos. A degradação do solo possui o potencial de comprometer a cobertura vegetal e a estrutura superficial do solo, resultando na diminuição da porosidade e aumento do escoamento superficial. Portanto, ao promover um aumento na infiltração do solo, torna-se possível diminuir a velocidade da água da chuva, a qual escoar sobre a superfície; diminuir o transporte de sedimentos e contaminantes para corpos d'água; reduzir a perda de nutrientes e a formação de ravinas.

O aumento da infiltração propicia a recarga dos lençóis freáticos, aumenta a disponibilidade hídrica para as plantas e influencia na umidade do solo, pois favorece a germinação de sementes e a sobrevivência de espécies arbóreas, resultando na estabilização do microclima, atenuando variações térmicas. Além disso, favorece as culturas agrícolas e pastagens, devido a disponibilidade de água no solo.

#### 3.3.1 Terraceamento

Considerando os aspectos ambientais da bacia do Rio Pará, especialmente a classe do solo e o relevo acidentado, indica-se a aplicação do terraceamento como técnica estruturante, associada às práticas vegetativas, com o objetivo de promover a infiltração da água e reduzir o escoamento superficial.

O terraceamento consiste na construção de terraços ao longo das encostas, formando superfícies escalonadas que diminuem a velocidade do escoamento e aumentam a infiltração da água no solo. Essa prática é especialmente indicada quando, mesmo com a proteção da superfície do solo, ocorre a formação de grande volume de enxurrada devido às características do solo, à acentuada declividade ou ao extenso comprimento das encostas (BERTOL, MARIA e SOUZA, 2019).

**Figura 3-23: Exemplo de terraceamento**



Fonte: EPAMIG

Considerando a diversidade de declividades observada na Bacia do Rio Pará — com predomínio de relevo ondulado a fortemente ondulado — e a presença de solos majoritariamente argilosos, como Argissolos e Latossolos, recomenda-se a adoção do modelo de terraceamento tipo Nichols como principal estratégia de contenção hídrica e redução da erosão. Esse modelo consiste em canais com seção triangular e base estreita de até 3 metros, construídos transversalmente ao declive, com espaçamento médio de 12 metros entre terraços, conforme a morfologia do terreno.

A técnica apresenta bom desempenho em áreas com declividades suaves a moderadas, sendo especialmente eficaz em solos de permeabilidade lenta a moderada, como os Argissolos, onde o risco de escoamento superficial concentrado é mais elevado. Em Latossolos, que possuem melhor drenagem natural, os terraços também favorecem a infiltração da água e o controle da enxurrada, contribuindo para a recarga hídrica e a preservação da estrutura do solo.

Dessa forma, o modelo Nichols se mostra adequado às condições físicas predominantes da bacia e integra-se de forma eficiente às demais técnicas de recuperação ambiental, sendo especialmente indicado para áreas com degradação moderada, como forma de reduzir o escoamento, aumentar a infiltração e evitar o avanço de processos erosivos.

Além disso, indica-se o uso de terraço misto (canal + camalhão), combinando características dos terraços em nível e em gradiente. Essa abordagem permite interceptar enxurradas e direcionar o excedente hídrico em eventos extremos, proporcionando condições mais adequadas para a infiltração, especialmente em solos com permeabilidade limitada.

A execução pode ser feita de forma manual, com tração animal ou por mecanização leve, a depender da declividade:

- Em declividades entre 20% e 45%, recomenda-se tração animal;
- Acima de 45%, a construção com enxadas e valeiras é mais adequada (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013).

### 3.4 RETENÇÃO DE SEDIMENTOS

O solo é uma fonte de nutrientes que contribui para o crescimento de florestas, pastagens e lavouras; atua como um sistema natural de filtragem da água; ajuda na regulação da temperatura e no controle das emissões dos gases de efeito estufa; bem como é responsável por armazenar quantidades superiores de carbono orgânico do que a vegetação, sendo um grande reservatório global de carbono. Além disso, as formações florestais e pastagem podem mitigar as emissões através do sequestro de carbono da atmosfera na forma de matéria orgânica (EMBRAPA, 2020). Nesse contexto, as práticas conservacionistas visando a retenção de sedimentos auxilia na contenção da degradação do solo e no equilíbrio ecológico, uma vez que, leva cerca de 400 anos para se formar apenas 1 centímetro de solo (EMBRAPA, 2025).

A exposição do contato com as gotas da chuva propicia a transição gradual da erosão laminar para a formação de sulcos e ravinas podendo ser intensificada pela intervenção humana que altera a cobertura vegetal, como a exploração de jazidas minerais, a construção de represas e outras obras civis. A degradação dos solos quando resulta em sedimentos que são transportados pela ação de chuvas intensas para os recursos hídricos, têm o potencial de ocasionar diversos impactos ambientais em áreas degradadas, como: o acúmulo de sedimentos; a redução da profundidade e a alteração do curso natural do rio; o aumento do risco de enchentes; doenças de veiculação hídrica; o incremento de nutrientes favorecendo a eutrofização; o aumento da turbidez; a diminuição do oxigênio dissolvido na água que pode desencadear a diminuição da biodiversidade - morte da ictiofauna e o desequilíbrio no ecossistema aquático.

Destarte, para mitigar esses efeitos são adotadas técnicas conservacionistas para a retenção de sedimentos em áreas degradadas. A adoção de práticas de conservação do solo tem por finalidade diminuir ou minimizar os efeitos da exposição e enxurradas, conciliando a atividade econômica com a conservação do solo e da água (EMBRAPA, 2003). Essas técnicas incluem o uso de terraceamento, paliçada e outras técnicas que buscam minimizar o carreamento de sedimentos, controlar a erosão e contribuir para a conservação dos recursos hídricos e a recuperação dos sulcos e voçorocas (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013). De modo que, é essencial interceptar e reter os sedimentos em movimentação, reduzindo o transporte de material erodido para as áreas mais baixas da paisagem ou cursos d'água. As práticas que realizam a retenção, reduzem a velocidade da água da chuva e permitem a infiltração do solo, impedindo o arraste dos sedimentos.

As técnicas a serem empregadas na recuperação de áreas com moderada ou alta degradação deve ser voltadas a facilitar a retenção dos sedimentos carregados, sendo crucial construir barreiras que funcionam como obstáculo, impedindo o transporte de partículas sólidas pela enxurrada; bem como previne a erosão no interior da voçoroca, ravinas e sulcos, suscitada pelo escoamento da água



(EMBRAPA, 2008). Recomenda-se o monitoramento das estruturas construídas, como paliçada, fazendo a manutenção sempre que necessário.

### 3.4.1 Paliçada

Nas áreas classificadas com alto grau de degradação, onde se observam voçorocas ativas, exposição severa do solo, elevada perda de nutrientes e ausência de regeneração natural, a recuperação ambiental exige a adoção de soluções cumulativas que combinem técnicas estruturais e vegetativas com maior intensidade. Nesse contexto, mantêm-se as intervenções já recomendadas para os níveis de degradação anteriores — como o terraceamento (aplicado para degradação moderada) e o plantio direto com muvuca de sementes (adotado desde áreas suscetíveis) — com a inclusão da técnica de paliçadas como principal estrutura de contenção em ambientes críticos.

As paliçadas são estruturas de contenção instaladas transversalmente dentro de voçorocas para reduzir a velocidade do escoamento superficial e promover a retenção de sedimentos (EMBRAPA, 2011). Essa técnica atua como uma barreira física que desacelera a enxurrada, favorece a infiltração de água no solo, reduz o assoreamento de corpos d'água e, conseqüentemente, contribui para a diminuição da poluição nos rios a jusante (PRUSKI, 2009). Além disso, a deposição gradual de sedimentos ao longo dessas barreiras auxilia na estabilização das margens erodidas e na criação de condições mais propícias ao restabelecimento da vegetação local.

Considerando as características ambientais da Bacia do Rio Pará — marcada por solos argilosos (Argissolos e Latossolos) e relevo ondulado a fortemente ondulado —, a implantação de paliçadas mostra-se tecnicamente viável e compatível. Para a construção dessas estruturas, recomenda-se a utilização de estacas de bambu, associadas a toras de eucalipto e arame galvanizado, por serem materiais de baixo custo, ampla disponibilidade e boa durabilidade. As paliçadas devem ser instaladas no interior das voçorocas, preferencialmente em locais com barrancos firmes e estáveis, para que possam suportar a força da enxurrada exercida sobre a estrutura.

Quanto às dimensões e espaçamento, orienta-se a instalação com altura entre 1,0 e 1,2 metros, espaçadas em média a cada 5 metros, com distância ajustada conforme a declividade: quanto maior a inclinação, menor deverá ser o intervalo entre as estruturas. Para voçorocas com até 2 metros de largura, recomenda-se cortar estacas de bambu com aproximadamente 3 metros de comprimento, sendo enterradas entre 1,0 e 1,2 metros de profundidade, assegurando sua fixação. As estacas devem ser encaixadas por meio de cortes feitos nas paredes da voçoroca, garantindo maior sustentação, e reforçadas com toras de eucalipto na parte posterior. Todo o conjunto deve ser amarrado com arame galvanizado, de modo a aumentar a resistência da estrutura contra os impactos da enxurrada (EMBRAPA, 2008; PRUSKI, 2009).

Após a montagem, recomenda-se o uso de sacos de ráfia de 50 kg preenchidos com solo, dispostos ao longo da base da paliçada. Essa barreira adicional atua como elemento de reforço, aumentando a resistência à água e prevenindo o desmonte precoce da estrutura. Caso necessário, os sacos também podem ser amarrados às estacas de bambu para maior segurança e estabilidade.

É importante destacar que a execução das obras de contenção deve ser feita preferencialmente antes do início do período chuvoso, aproveitando as condições de solo mais secas e garantindo que as estruturas estejam em pleno funcionamento durante os picos de enxurrada. Além disso, a manutenção das paliçadas deve ser contínua, sobretudo durante e após chuvas intensas. A inspeção periódica permite a identificação de danos estruturais e necessidade de reposição ou reforço das barreiras, assegurando a efetividade da técnica ao longo do tempo.

Complementando a ação das paliçadas, a manutenção do terraceamento nas encostas contribui para a redução do escoamento superficial e aumento da infiltração de água, enquanto o uso da muvuca de sementes nativas favorece a cobertura vegetal inicial e acelera o processo de sucessão ecológica, com espécies adaptadas às condições edáficas e climáticas da bacia. A combinação dessas técnicas — paliçadas, terraceamento e muvuca de sementes — representa uma estratégia integrada e eficaz para a recuperação ambiental de áreas com degradação severa, permitindo a restauração progressiva das funções ecológicas do ecossistema e a melhoria da qualidade ambiental da paisagem.

Por fim, a escolha de qualquer método de estabilização deve ser precedida por análises geológicas e geotécnicas da área, especialmente no que se refere à estabilidade dos taludes e ao comportamento do solo frente às intervenções propostas. Essa avaliação prévia é fundamental para garantir que as soluções adotadas sejam tecnicamente seguras, eficientes e compatíveis com as características específicas de cada local.

**Figura 3-24: Exemplo de paliçada**



Fonte: EMBRAPA

### **3.5 DEGRADAÇÃO DE NASCENTES**

A degradação de nascentes é um processo que compromete diretamente a qualidade e a disponibilidade hídrica, impactando o equilíbrio ambiental e o funcionamento dos ecossistemas associados. Entre os fatores mais comuns estão o desmatamento do entorno, o pisoteio por animais, a compactação do solo, a exposição a processos erosivos e o uso inadequado da terra nas áreas de recarga hídrica.

A área total das 13.093 nascentes localizadas na Bacia do Rio Pará abrange aproximadamente 7.233,4 hectares. Com base na classificação dos níveis de degradação dessa área de estudo, cerca de 1.289,9 hectares (17,83%) apresentam suscetibilidade à degradação. Em contrapartida, 1.885,2 hectares (26,06%) estão em estágio de degradação moderada e 4.058,3 hectares (56,11%) encontram-se em condições de alta degradação das nascentes. Desse modo, 82,17% da área total das nascentes requerem intervenções voltadas à recomposição da cobertura vegetal, além do isolamento das áreas e da instalação de sinalização com placas informativas, alertando sobre a presença e a importância da proteção das nascentes.

Considerando a importância dessas áreas e a necessidade de padronizar as estratégias de recuperação, propõe-se que todas as nascentes identificadas, independentemente de seu grau de degradação (susceptível, moderada ou alta), recebam o mesmo conjunto de medidas de proteção e recuperação ambiental. As ações recomendadas consistem na abertura de aceiros, visando a contenção de focos de incêndio e a delimitação da área de preservação; o cercamento com cinco fios lisos, impedindo o acesso de animais e permitindo a regeneração natural da vegetação; a instalação de sinalização ambiental, com placas informativas que alertem sobre a presença da nascente e a necessidade de sua preservação; e a adoção do plantio direto de espécies nativas, técnica que mantém a cobertura do solo, reduz o revolvimento e favorece a infiltração de água, promovendo a recomposição ecológica do entorno da nascente.

Essas práticas estão alinhadas com diretrizes técnicas consolidadas por instituições como a EMBRAPA (2008) e a EPAMIG (2013), que recomendam o uso de barreiras físicas, controle de acesso, revegetação com espécies adaptadas e o mínimo revolvimento do solo como estratégias efetivas de restauração de áreas de recarga hídrica. O plantio direto, especificamente, é apontado como técnica conservacionista de alta eficiência em ambientes frágeis, por permitir o reestabelecimento da vegetação com menor impacto físico sobre o solo e manutenção da palhada superficial.

Além de facilitar a execução e o monitoramento das ações, a padronização das medidas propostas contribui para ampliar o engajamento dos produtores rurais, assegurando uniformidade nos resultados e promovendo a conservação das nascentes em escala de bacia hidrográfica. Com a implantação dessas ações, busca-se garantir a proteção permanente das áreas de nascente, a segurança hídrica local e a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados.

### **3.6 ÁREAS DE ACORDO COM AS SOLUÇÕES**

Na recuperação de áreas degradadas, as práticas de intervenção descritas acima foram selecionadas para que pudessem se complementar de forma progressiva, conforme o grau de degradação do local. Isso significa que, quanto mais impactada estiver a área, maior será o número de ações necessárias para restaurar suas funções ecológicas e produtivas. As práticas não se excluem, mas sim se somam, formando um conjunto de medidas integradas que atuam em diferentes frentes: a recomposição da cobertura vegetal, o aumento da infiltração da água e a retenção de sedimentos.

A classificação da degradação conforme o uso do solo é um retrato da situação corrente. Os processos erosivos são dinâmicos; pode ocorrer alterações naturais pelas atividades antrópicas, assim como a introdução de novas práticas de manejo, o que torna necessário o contínuo monitoramento para evitar



a progressão dos processos erosivos. A avaliação da degradação do solo deve considerar não apenas a extensão de áreas degradadas, mas também o grau dos impactos observados.

Como abordado no Produto 3 - Relatório Técnico - Diagnósticos, a indicação das soluções aplicáveis para a recuperação ambiental da área compreende as classificações de: alta degradação, moderada degradação e suscetível à degradação.

Diante disso, nas áreas susceptíveis à degradação recomenda-se a adoção de práticas preventivas, portanto devem ser mantidas recobertas com vegetação permanente. Esse cuidado proporciona a proteção do solo contra a ação direta da precipitação e da radiação solar sobre a superfície. Consequentemente a cobertura vegetal propicia a dissipação da energia associada ao escoamento, reduzindo o impacto direto das gotas de chuvas; controla o aporte de nutrientes e produtos químicos tóxicos; atua na preservação da fauna e flora local; e favorece a infiltração da água da chuva no solo.

A cobertura vegetal encontra-se associada à proteção de corpos hídricos contra o deslizamento de terra em áreas declivosa (encostas) e o assoreamento. Essa medida pode ser adotada em pontos estratégicos, por exemplo, em nascentes de rios e margem dos cursos d'água (GOMES; LOBO; ALVARENGA, 2013). Para garantir a proteção é importante o isolamento da área de nascentes.

Em áreas de degradação moderada, é possível começar a observar alterações na estrutura do solo e a perda de cobertura vegetal, requerendo a implantação de práticas vegetativas, combinadas com intervenções de drenagem. Nesses casos, a integração entre práticas de recuperação de áreas degradadas moderadas, como recomposição vegetal e drenagem, tem por objetivo promover a redução dos efeitos erosivos e melhorar as condições físicas e químicas no solo. A cobertura vegetal mantém a matéria orgânica do solo protegido contra ação direta do solo e da chuva, estando a recomposição vegetal ligada a: regulação do clima, proteção de mananciais e cursos d'água, preservar a fauna e flora local. Já as técnicas de drenagem, visa o aumento da infiltração da água no solo, a fim de controlar o escoamento superficial, prevenindo enchentes e o progresso gradual da erosão laminar para a formação de sulcos e ravinas, uma vez que, reduz a capacidade de desprendimento e transporte de partículas (PRUSKI, 2009).

Nas áreas de alta degradação é recomendado intervenções integradas que atuem em fases mais avançadas do processo erosivo, à medida que vão auxiliar no controle da energia relacionada ao escoamento superficial. Nessa fase, a erosão passou sucessivamente de sulcos a voçorocas, devido à grande concentração de enxurradas que intensificaram o desgaste do solo ao longo do tempo. Além disso, é crucial a integração de práticas conservacionistas voltadas a recomposição vegetativa, ao aumento da infiltração do solo e a retenção de sedimentos. De modo que, a prioridade deve ser o restabelecimento da estabilidade física do terreno, por meio de barreiras físicas de retenção de sedimentos, como terraceamento, ligados a práticas de drenagem direcionadas ao controle da energia associada ao escoamento superficial e a contenção de enxurradas.

Após o controle físico da erosão, recomenda-se iniciar a recomposição vegetal, a fim de reduzir os efeitos da erosão, melhorar as suas condições físicas e químicas e proteger o solo do impacto das gotas de água. Diante do pressuposto, a combinação dessas técnicas contribui na recuperação e conservação das áreas degradadas, trazendo benefícios sobre os recursos naturais (biótico e abiótico). Essas práticas

estão diretamente ligadas à proteção das margens de rios, cursos de água e nascentes contra o desbarrancamento e assoreamentos, mantendo o controle de sedimentos aos corpos hídricos, reduzindo a eutrofização, colaborando na infiltração das gotas de chuva no solo e atuando na preservação da fauna e da flora local (PRUSKI, 2009).

Áreas com processos erosivos críticos fora das áreas de preservação permanente também foram estimadas por município e indicadas para recuperação. As soluções indicadas são as mesmas descritas nos Itens 3.2, 3.3 e 3.4.

As áreas degradadas em locais com processos erosivos críticos voltadas às intervenções de recomposição da vegetação, ao aumento da infiltração e à retenção de sedimentos estão apresentadas na Tabela 3-2. As soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos estão na Figura 3-25 até Figura 3-44.

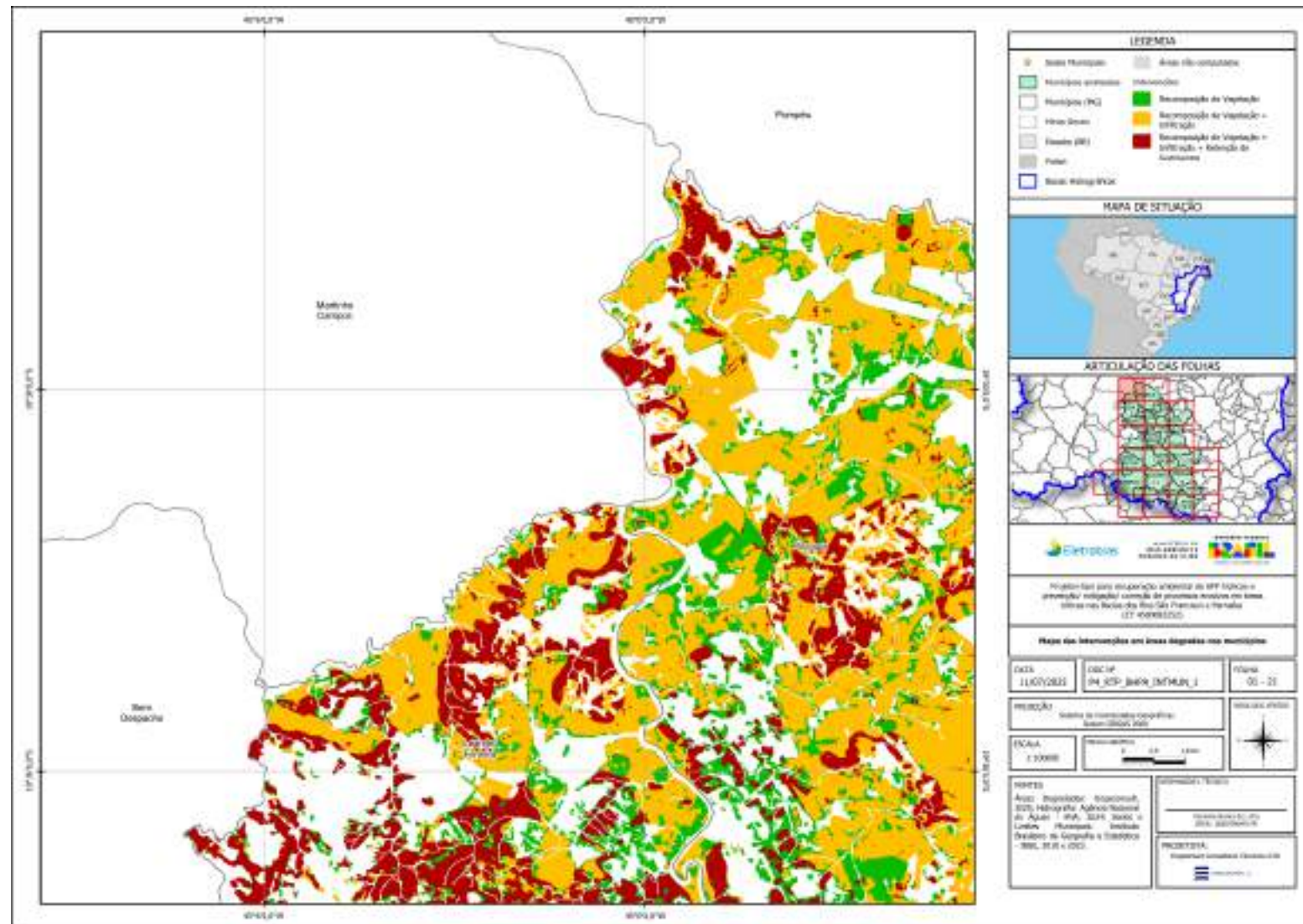
**Tabela 3-2: Área (ha) a ser implantada por solução nas áreas degradadas por município**

MUNICÍPIO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO + RETENÇÃO DE SEDIMENTOS
Carmo da Mata	2.222,553	2.118,815	16.639,325
Carmo do Cajuru	4.345,458	15.278,436	5.914,875
Carmópolis de Minas	3.115,489	5.286,084	18.061,457
Cláudio	4.757,252	8.317,941	22.865,654
Conceição do Pará	2.664,962	6.693,377	5.008,021
Divinópolis	5.008,774	18.925,485	16.579,974
Igaratinga	2.116,452	8.242,506	4.381,448
Itaguara	3.857,409	4.733,973	16.460,675
Itapecerica	7.943,253	10.876,391	31.857,279
Itatiaiuçu	4.198,642	7.311,137	3.872,788

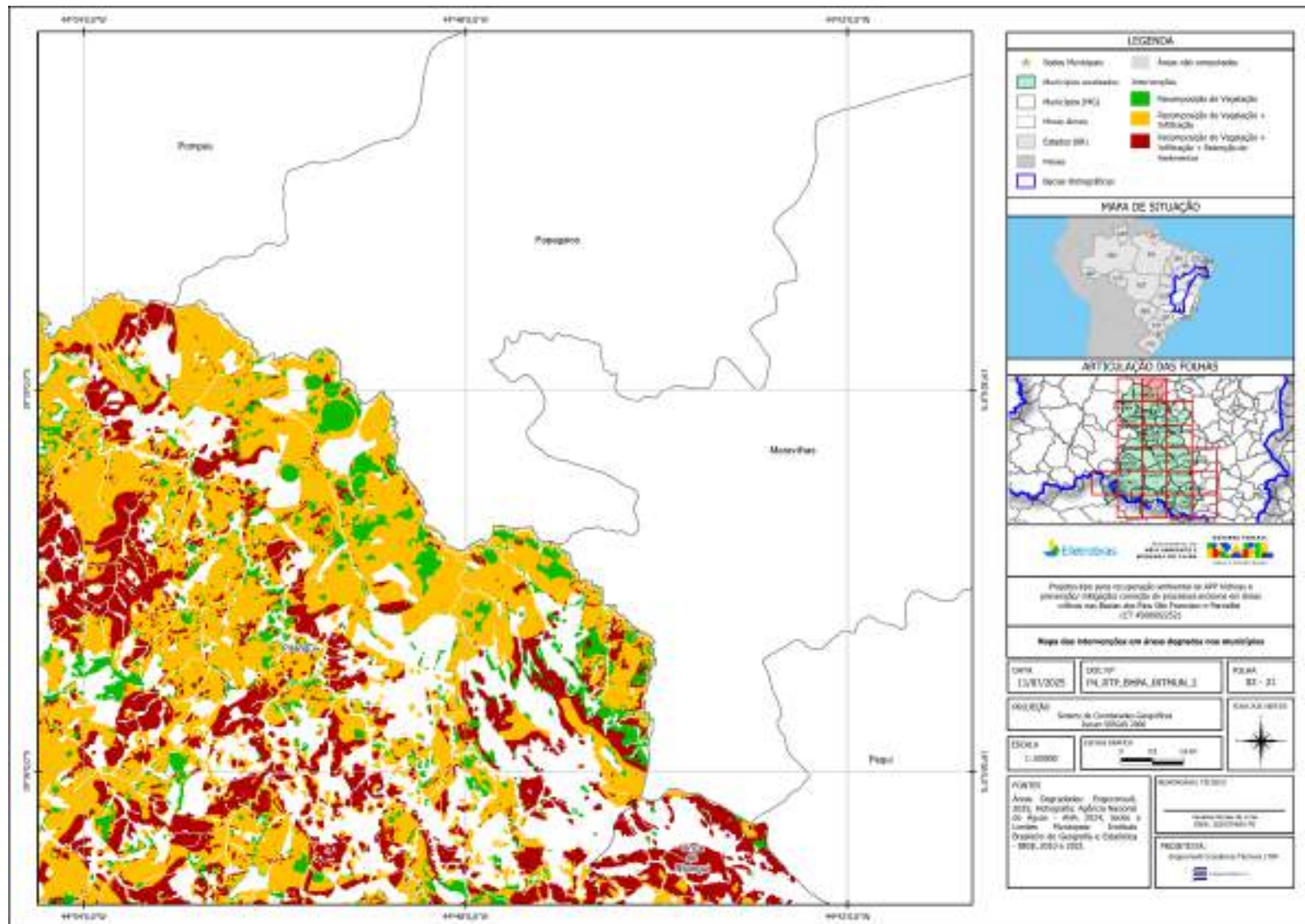
MUNICÍPIO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO	RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO + INFILTRAÇÃO + RETENÇÃO DE SEDIMENTOS
Itaúna	5878,791	8766,147	12690,624
Leandro Ferreira	2867,754	4422,746	12883,211
Nova Serrana	1881,596	6786,806	7272,233
Onça de Pitangui	3478,944	2600,994	6866,572
Pará de Minas	7950,82	14073,617	11244,115
Passa Tempo	5589,063	7615,391	15268,45
Piracema	1921,935	2568,982	15517,333
Pitangui	7493,368	18581,855	8681,202
São Gonçalo do Pará	1629,741	10886,364	3711,261
São Sebastião do Oeste	3344,426	8576,544	15396,185



**Figura 3-25: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 1**

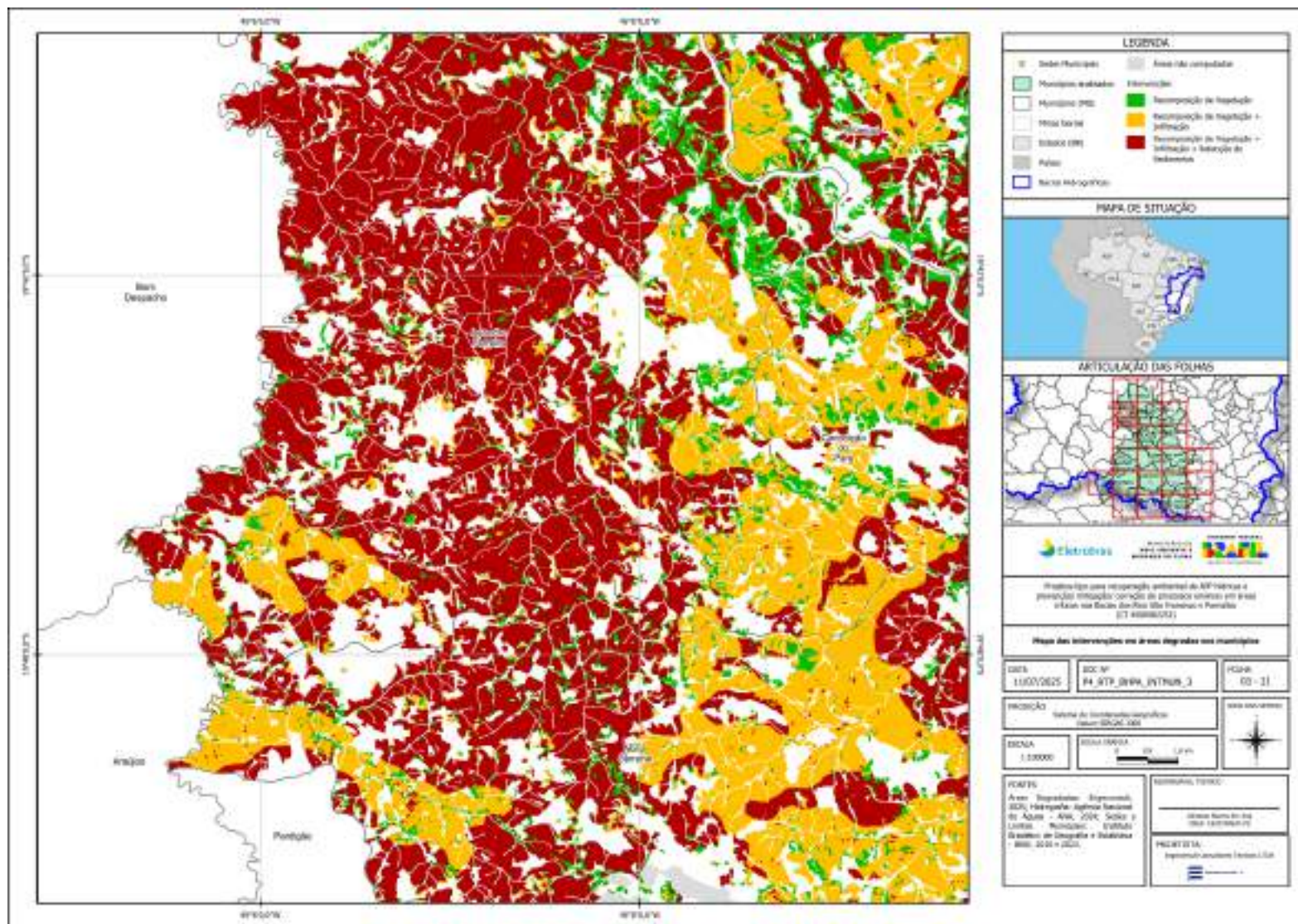


**Figura 3-26: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 2**





**Figura 3-27: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 3**





**Figura 3-28: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 4**

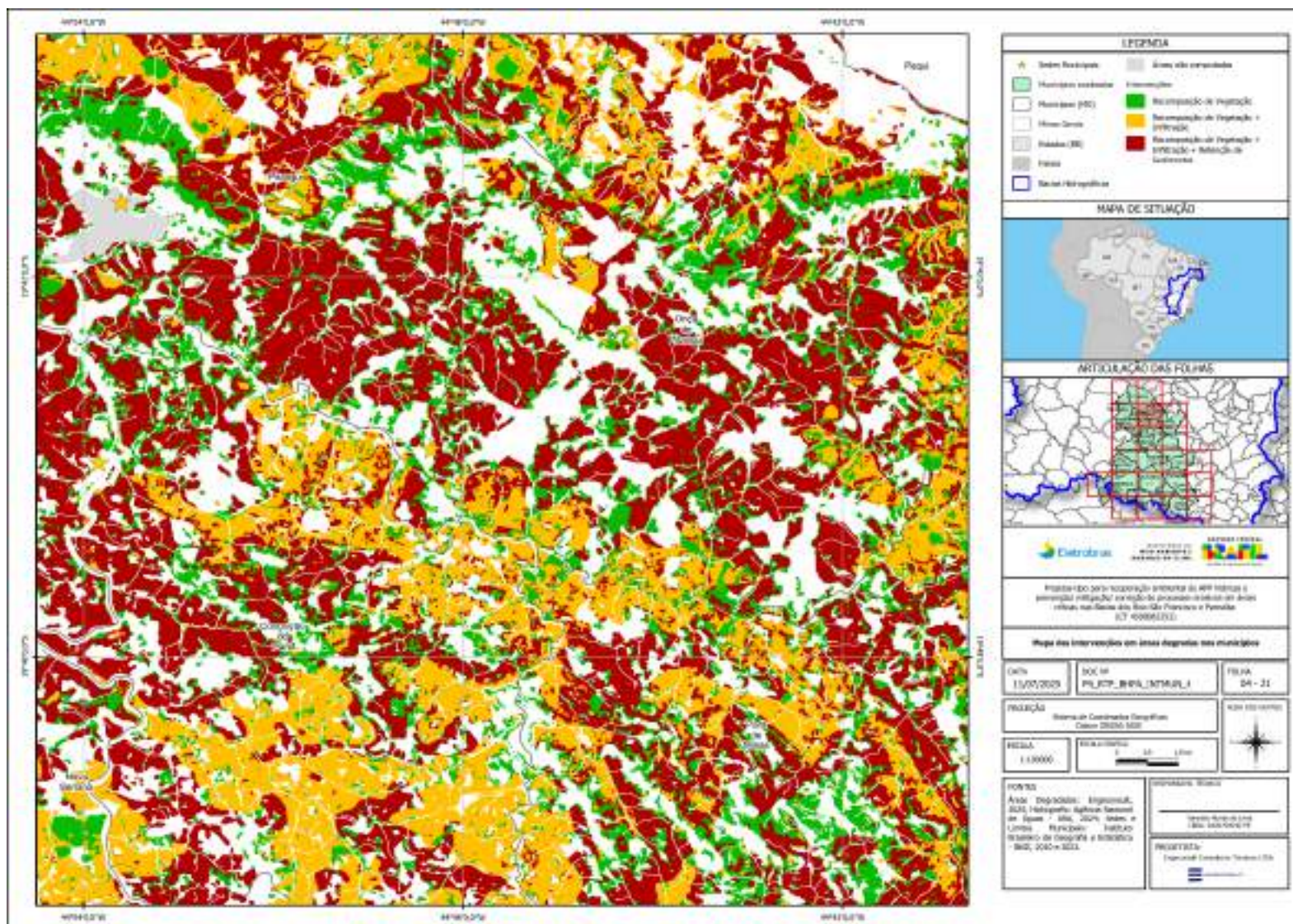
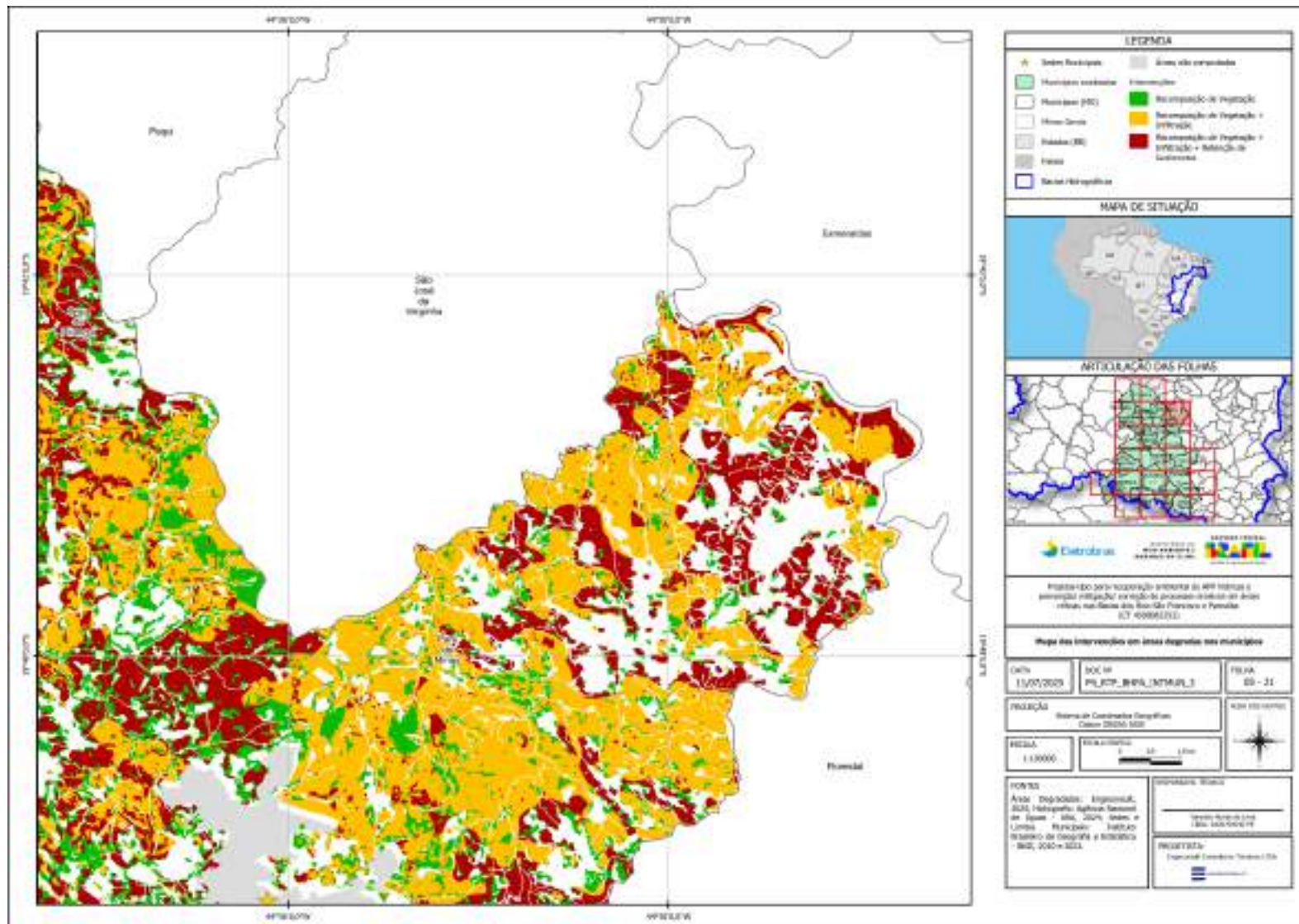
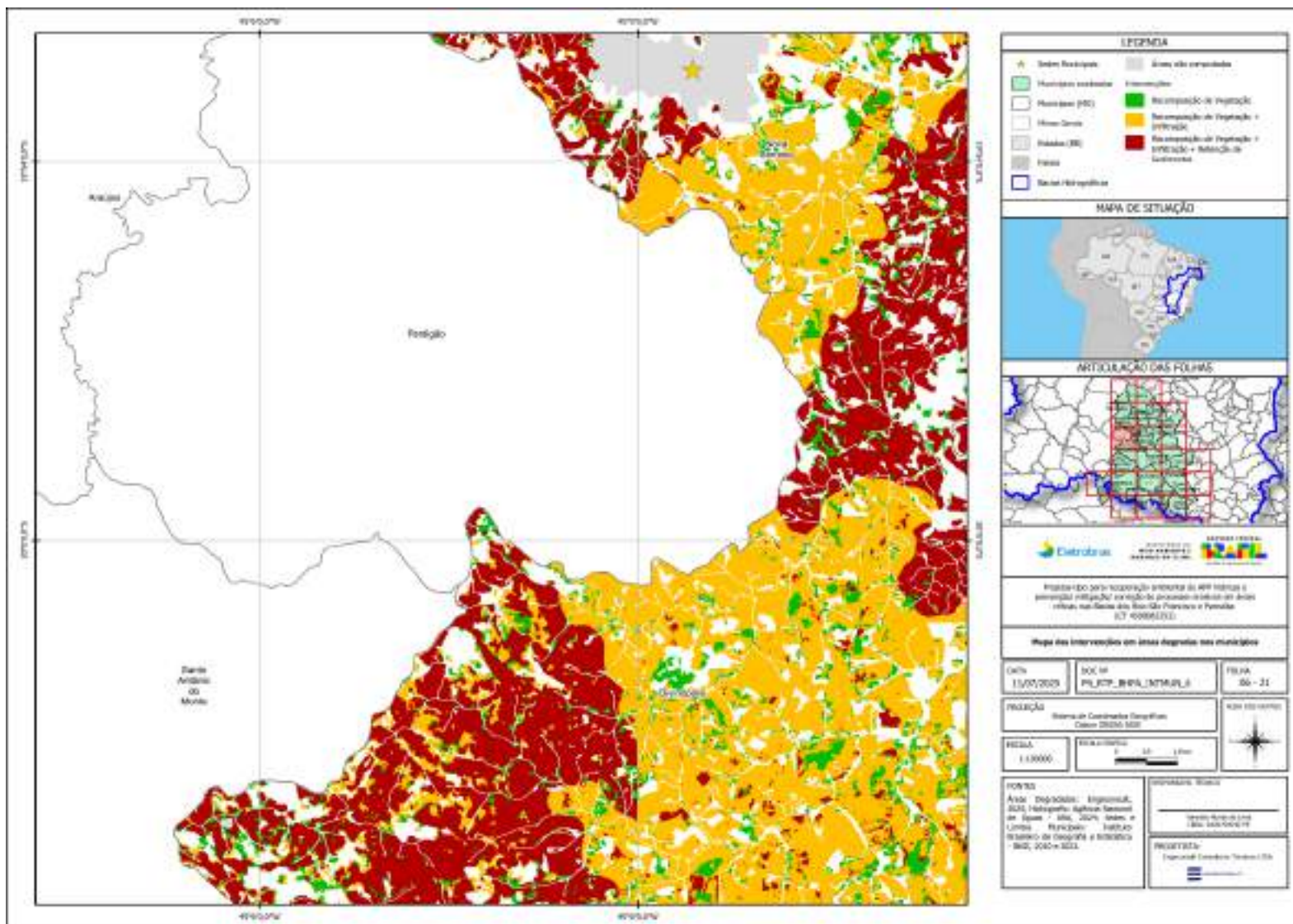




Figura 3-29: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 5



**Figura 3-30: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 6**





**Figura 3-31: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 7**

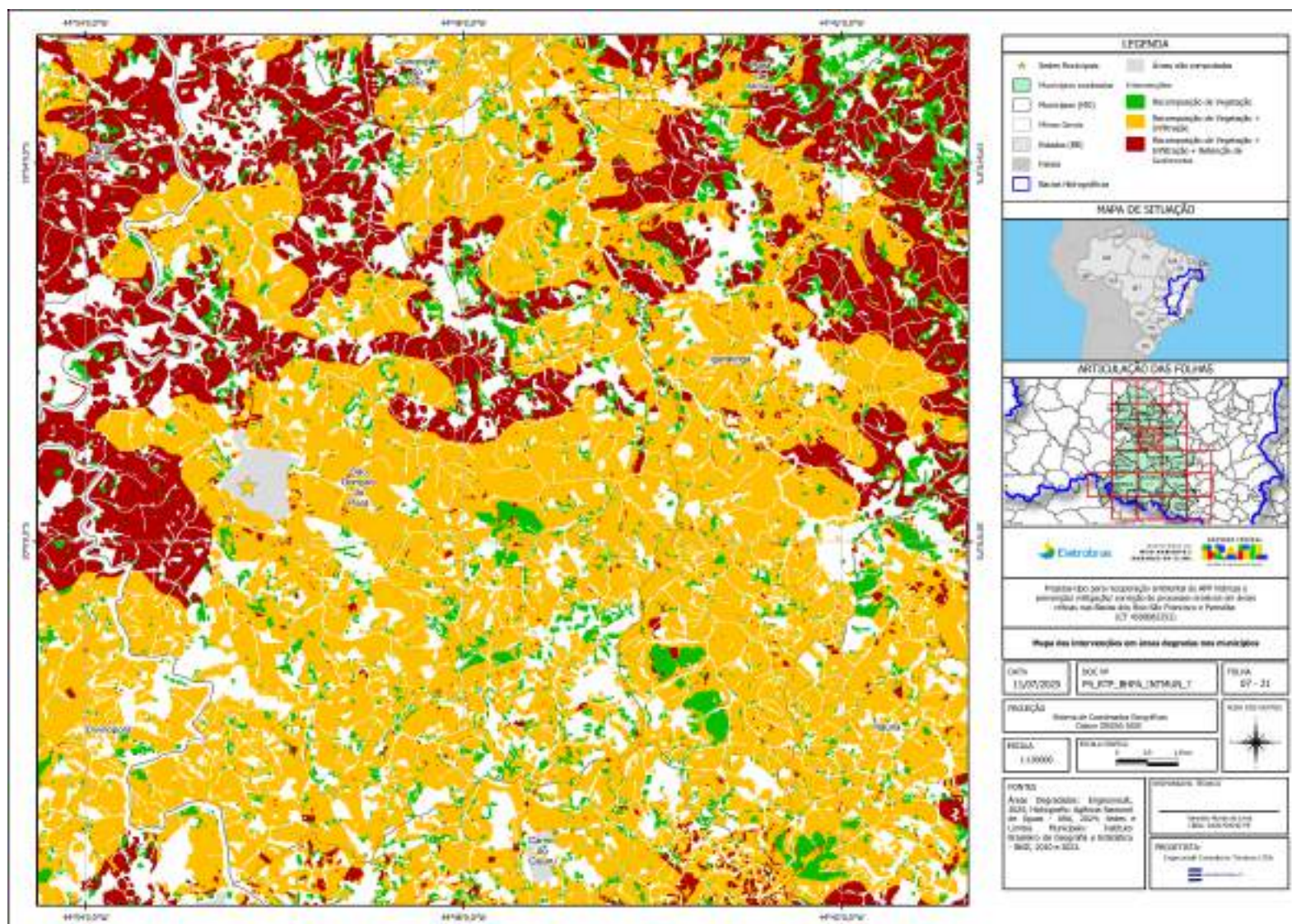
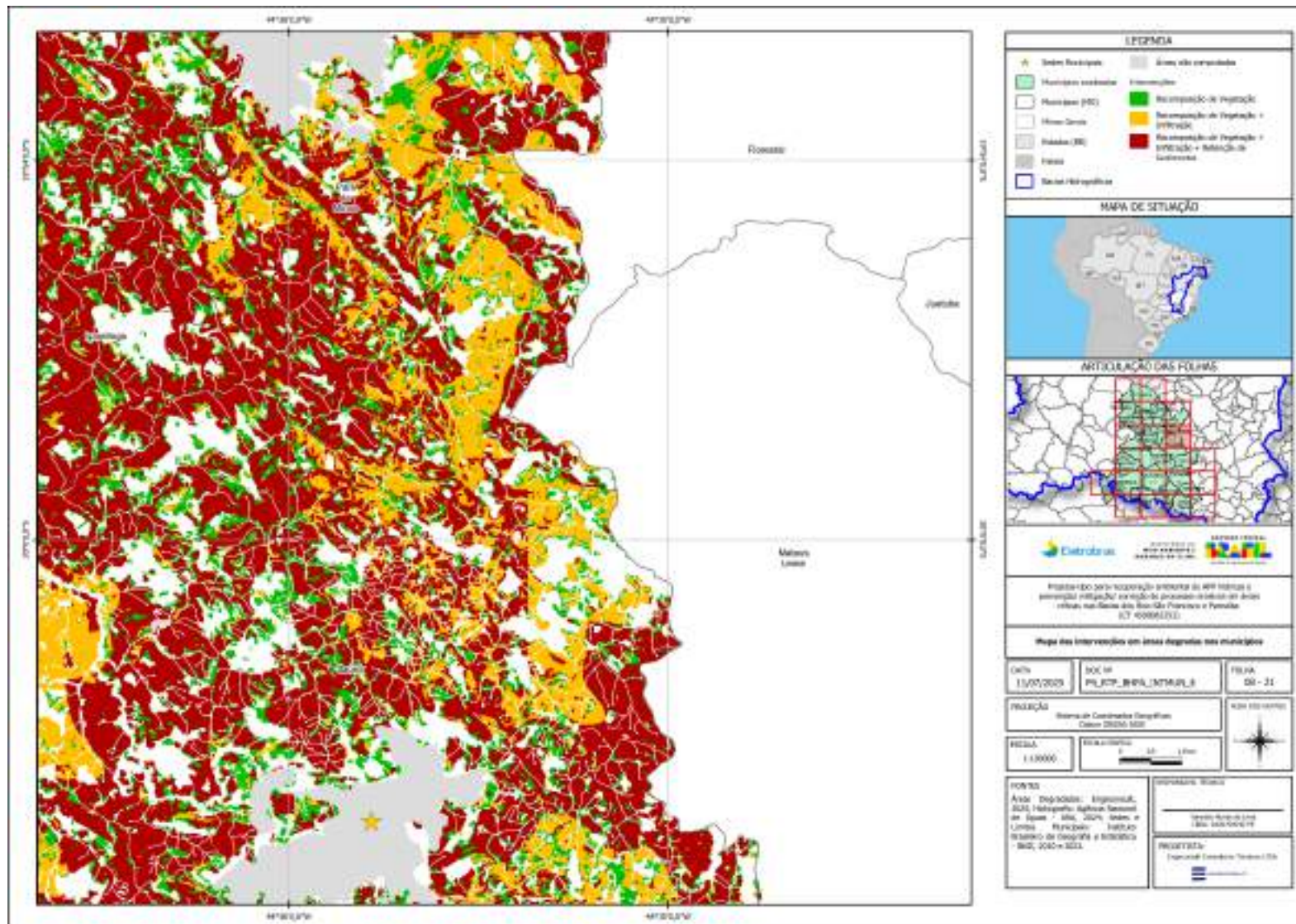




Figura 3-32: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 8





**Figura 3-33: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 9**

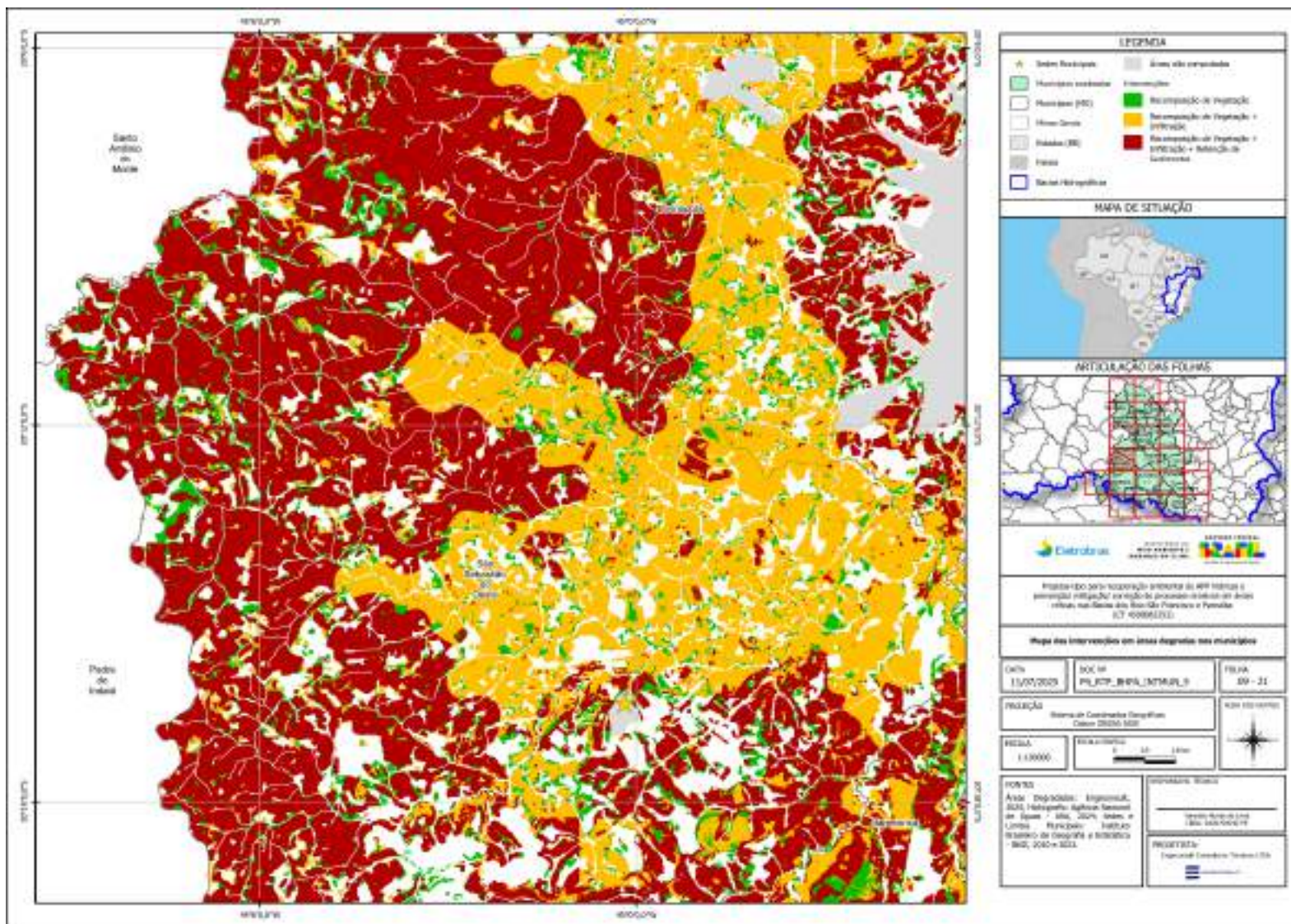
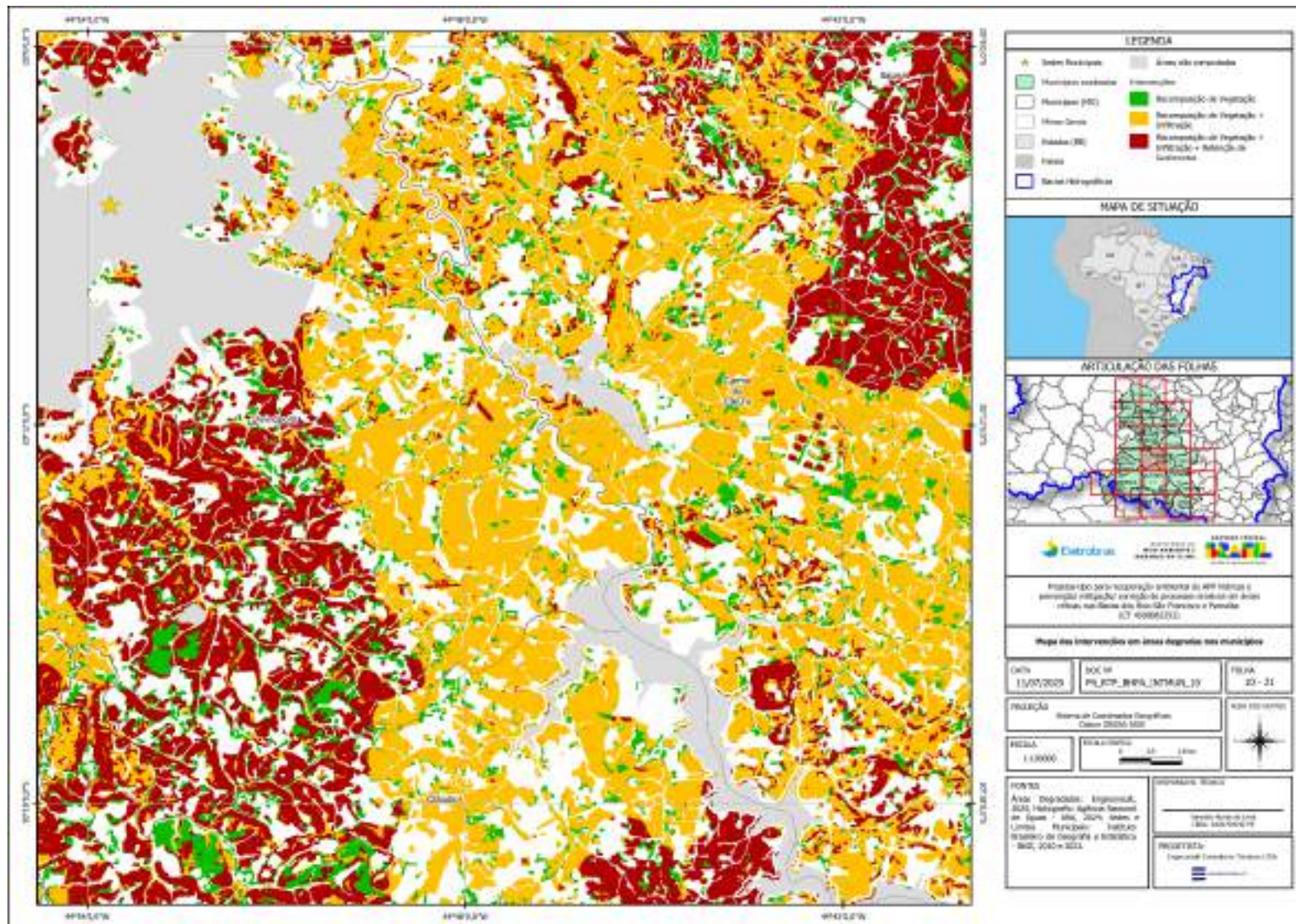




Figura 3-34: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 10





**Figura 3-35: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 11**

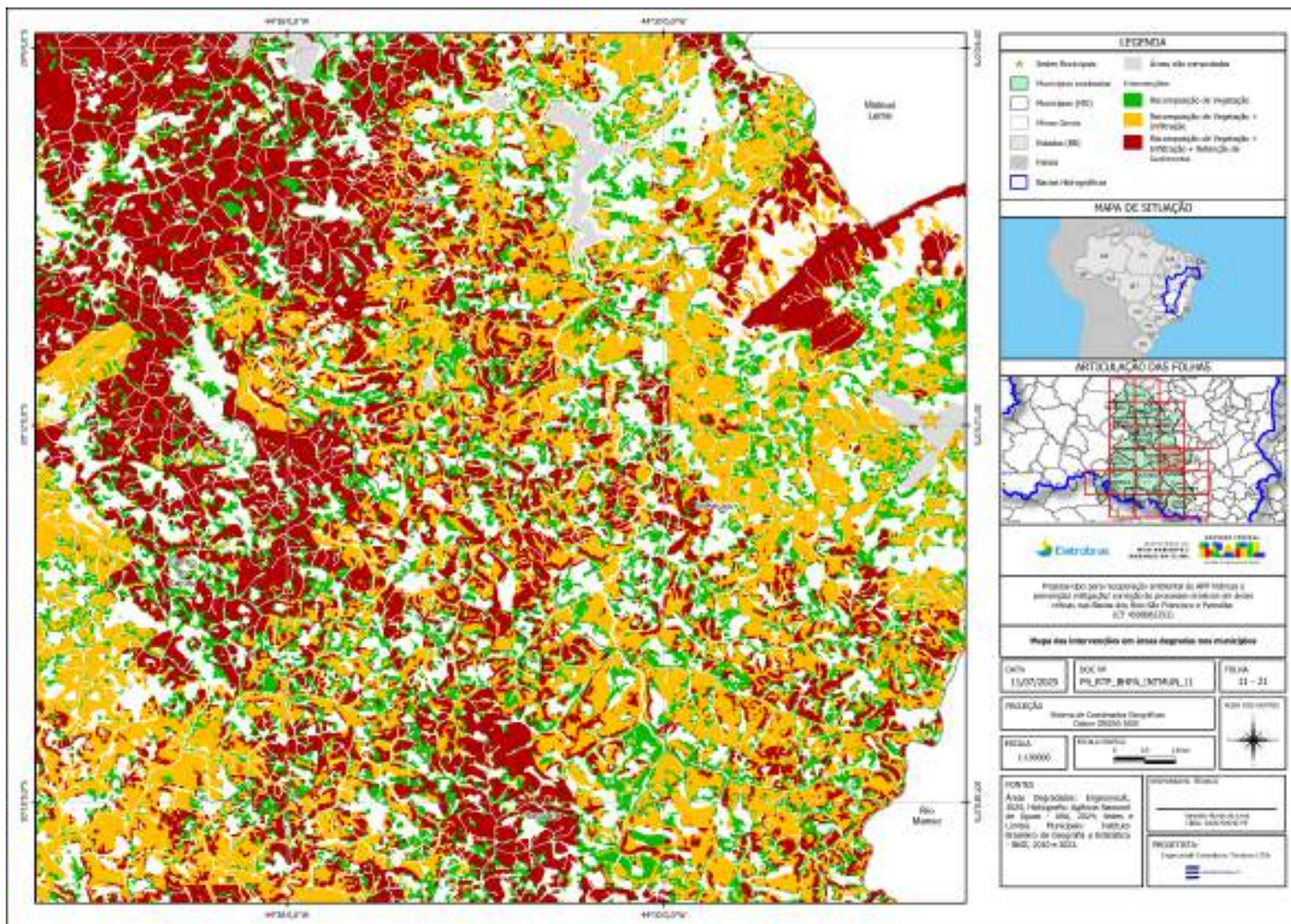
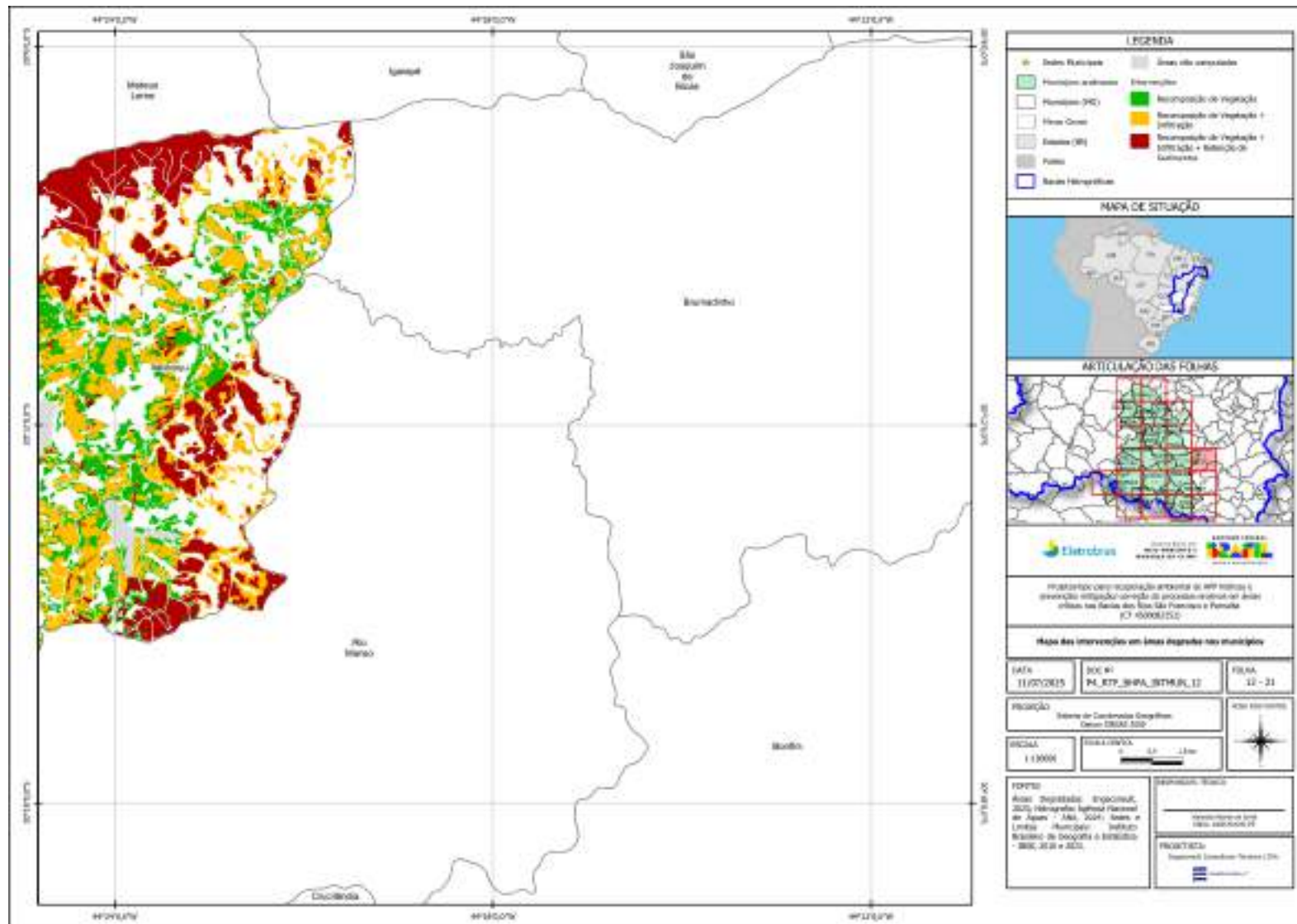
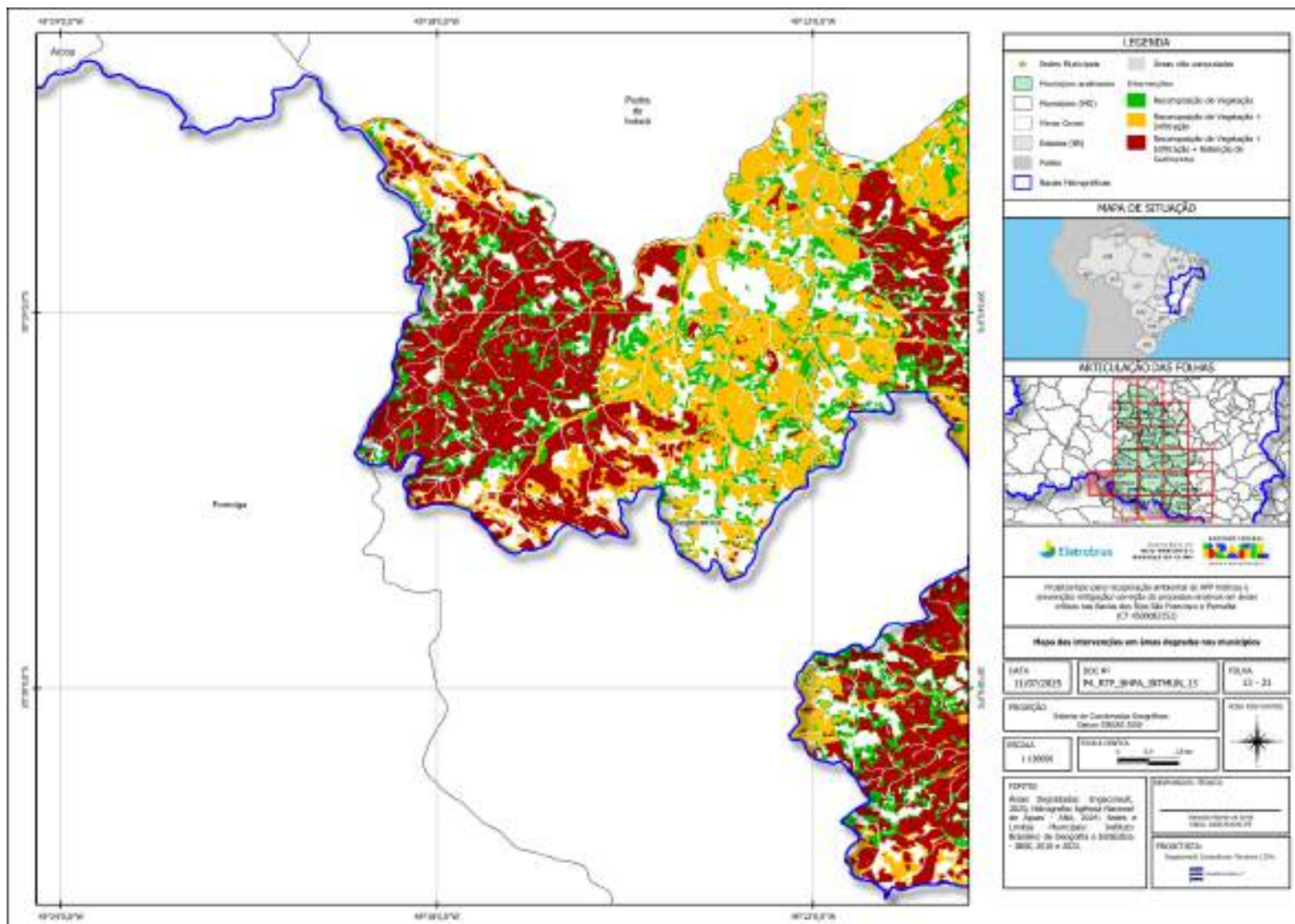


Figura 3-36: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 12

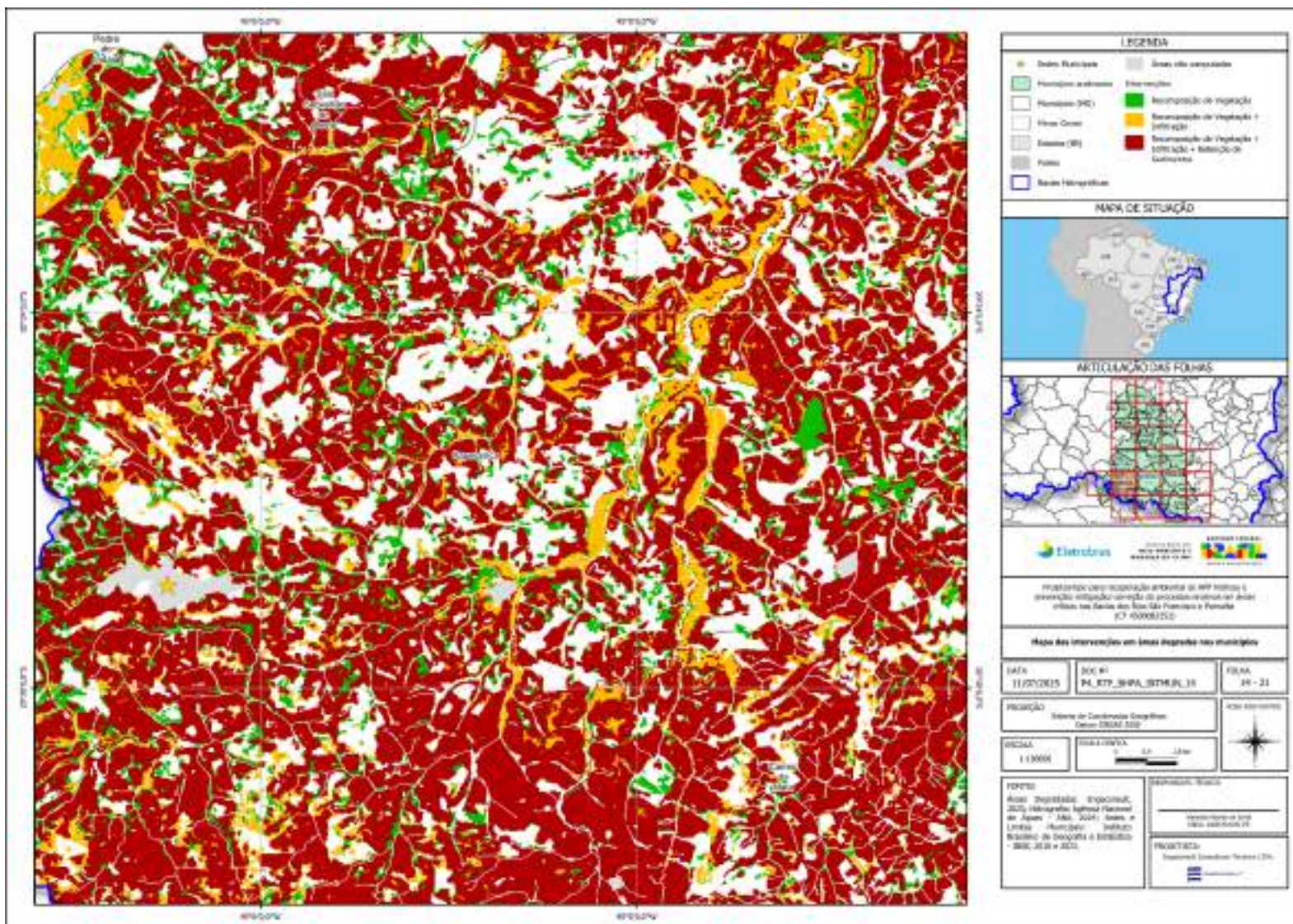




**Figura 3-37: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 13**

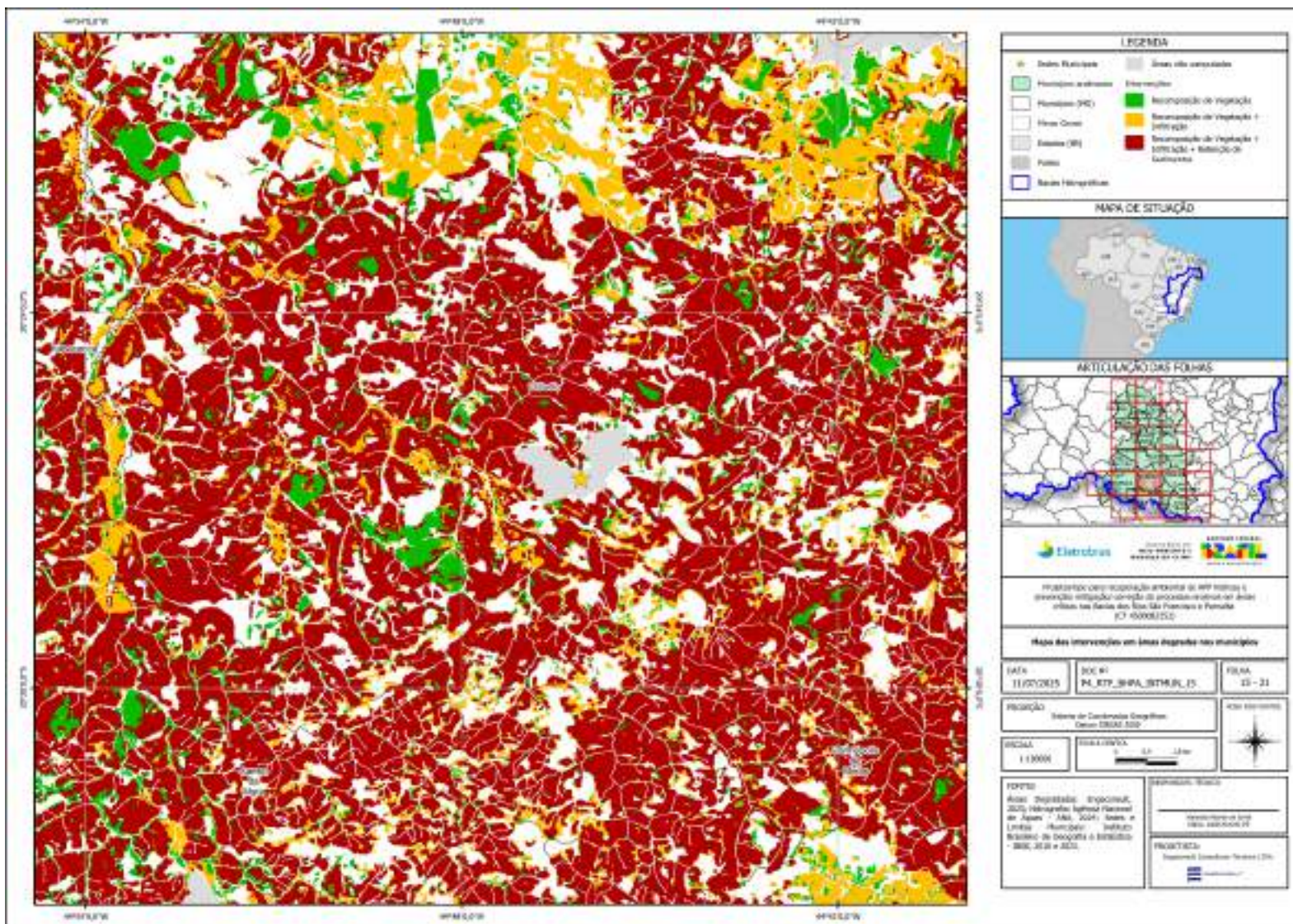


**Figura 3-38: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 14**



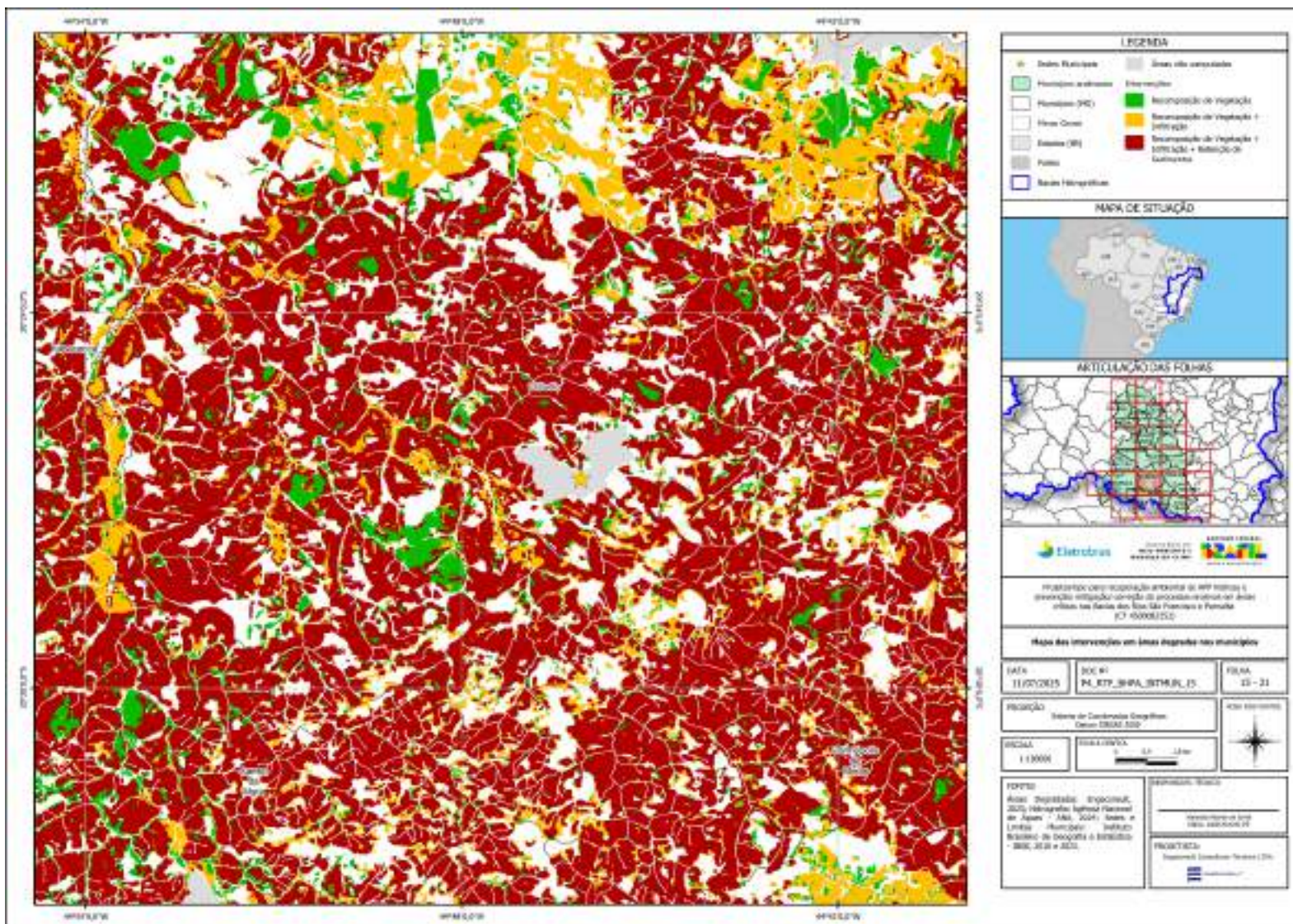


**Figura 3-39: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 15**

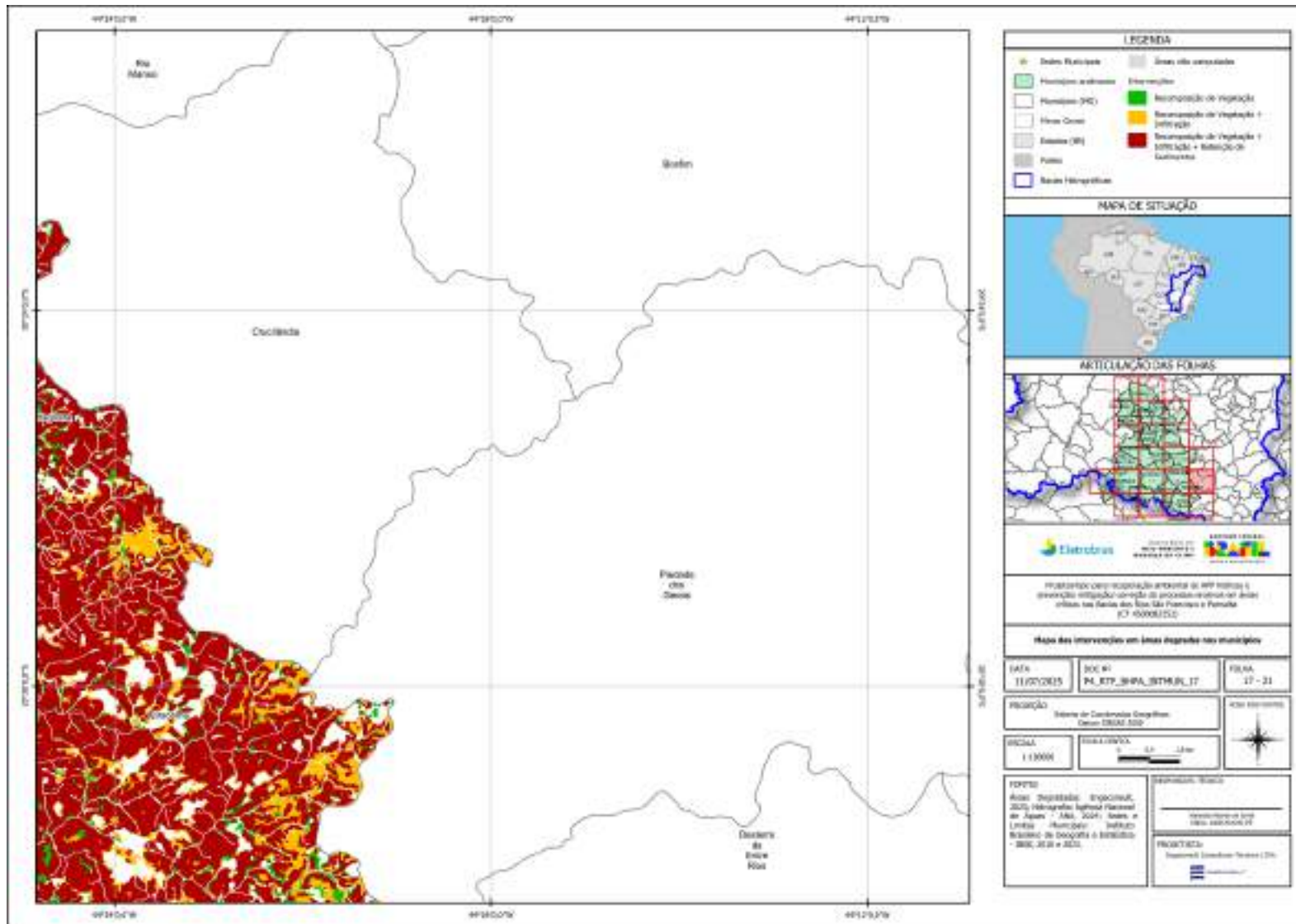




**Figura 3-40: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 16**

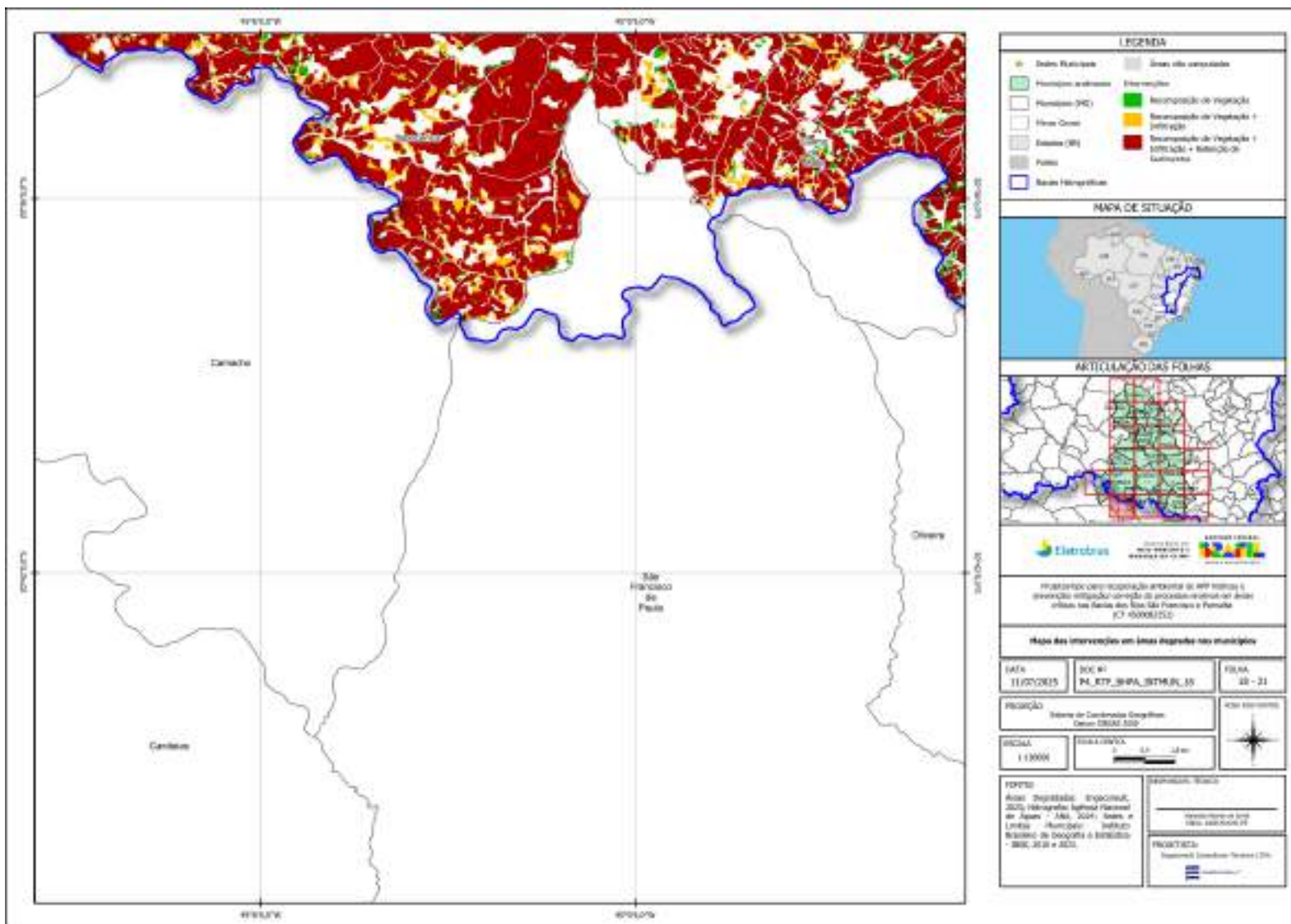


**Figura 3-41: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 17**



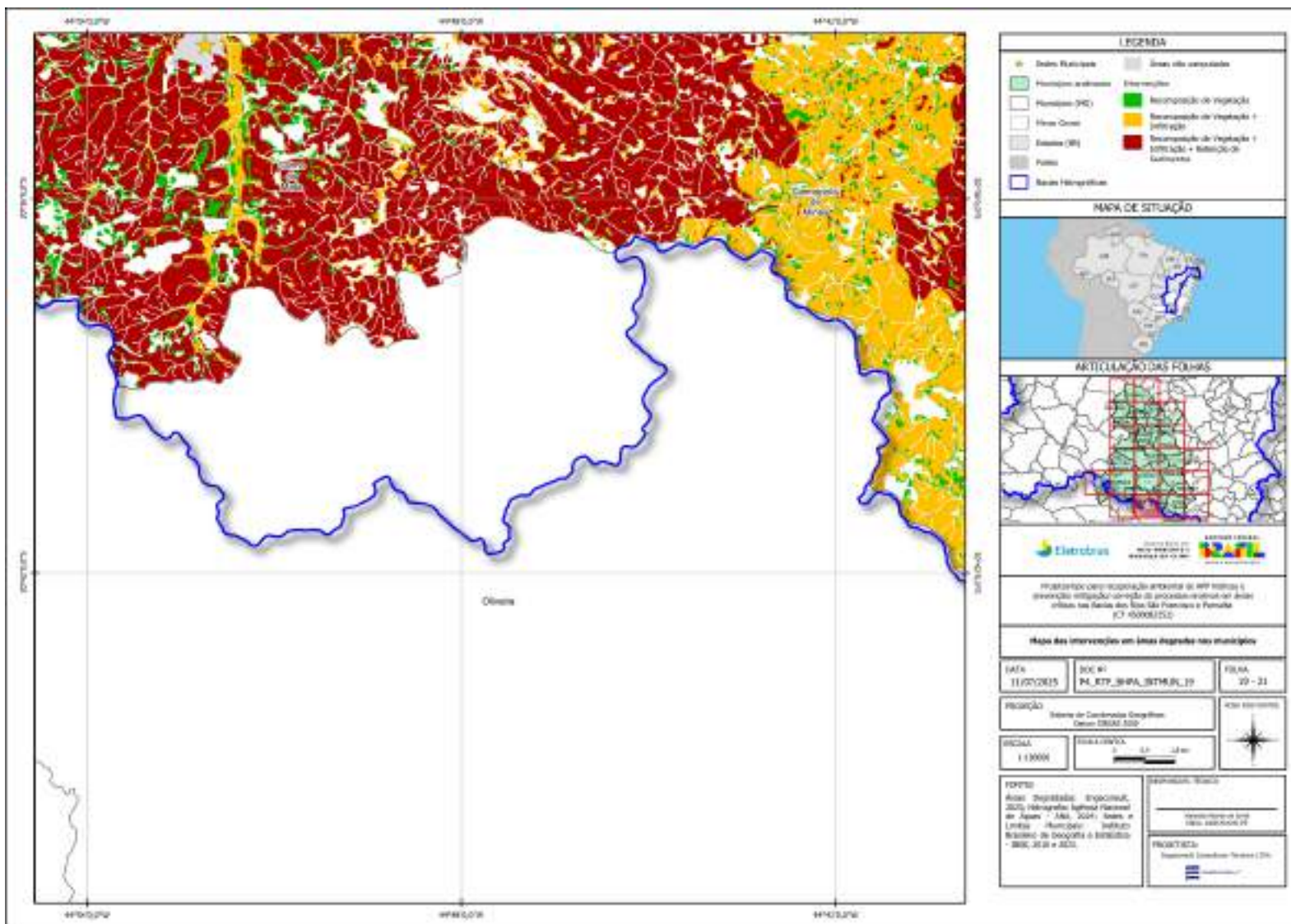


**Figura 3-42: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 18**

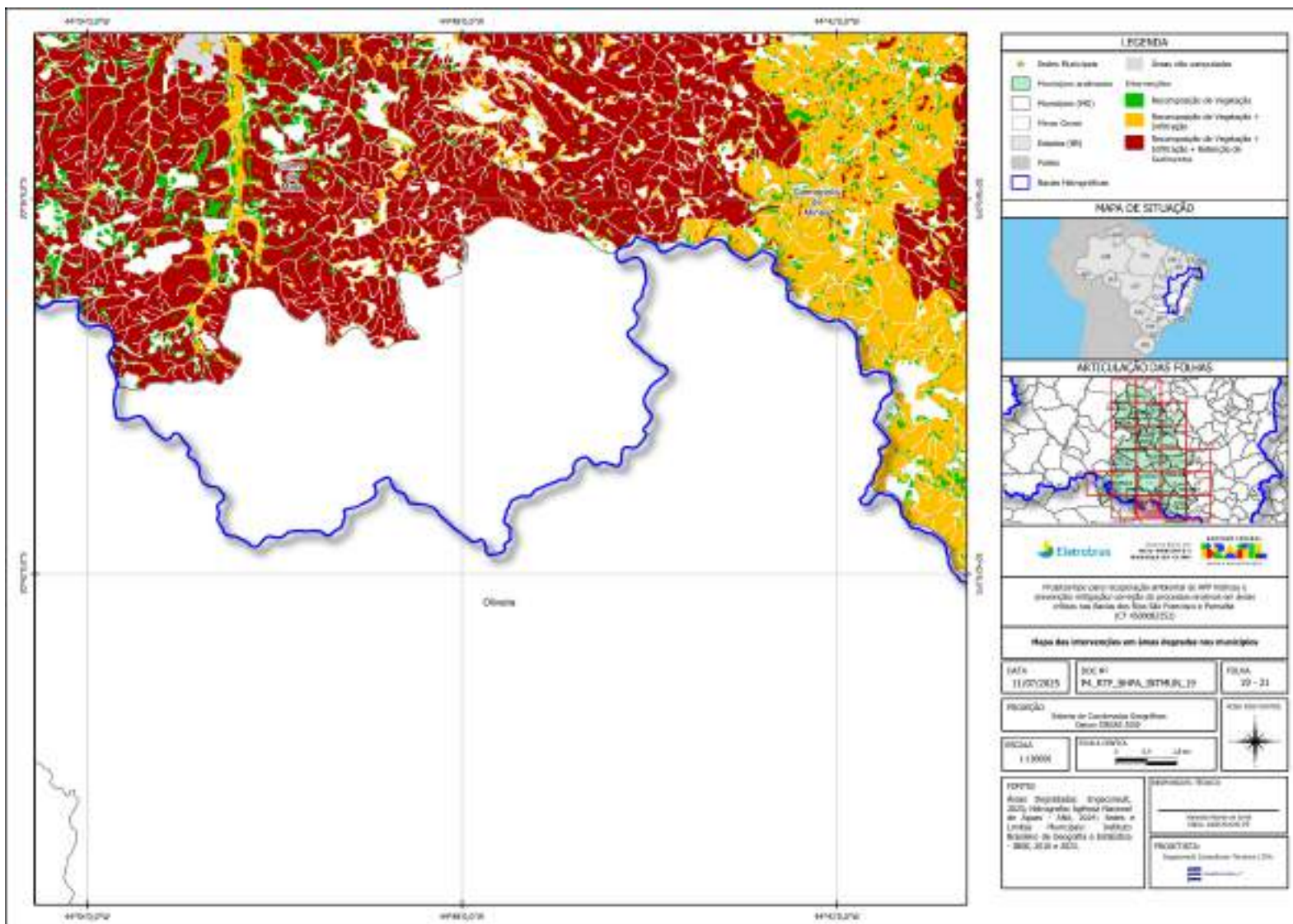




**Figura 3-43: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 19**



**Figura 3-44: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 20**



### 3.7 CONCLUSÃO

As práticas aqui sugeridas são soluções exequíveis em propriedades rurais com diferentes plantios, com base em uma mudança de cultura para que a preservação das APP seja continuada não apenas no momento da sua restauração. Elementos que promovem a perda de solo em ambientes degradados foram abordados em diferentes escalas, de forma progressiva. A implementação eficaz dessas ações depende de um conjunto de fatores, incluindo monitoramento ambiental contínuo, fortalecimento da fiscalização e engajamento da população.

Na Tabela 3-3 estão as áreas determinadas para receber cada solução proposta, nas APP e em áreas degradadas, em cada município.

**Tabela 3-3: Resumo de áreas (ha) por cada solução em todos os municípios**

MUNICÍPIOS	PLANTIO DE MUDAS		TERRACEAMENTO		PALIÇADA	
	APP	AD	APP	AD	APP	AD
Carmo da Mata	4.509,95	20.980,69	3.576,14	18.758,14	2.973,54	16.639,33
Carmo do Cajuru	4.524,10	25.538,77	3.418,77	21.193,31	1.102,30	5.914,88
Carmópolis de Minas	4.351,43	26.463,03	3.247,07	23.347,54	2.477,36	18.061,46
Cláudio	4.845,13	35.940,85	3.966,91	31.183,60	2.860,49	22.865,65
Conceição do Pará	1.992,24	14.366,36	1.448,74	11.701,40	553,03	5.008,02
Divinópolis	4.401,54	40.514,23	3.419,53	35.505,46	1.503,49	16.579,97
Igaratinga	2.134,28	14.740,41	1.783,82	12.623,95	596,52	4.381,45
Itaguara	4.960,85	25.052,06	3.657,58	21.194,65	2.958,96	16.460,68
Itapecerica	4.691,34	50.676,92	3.492,02	42.733,67	2.251,41	31.857,28
Itatiaiuçu	2.441,13	15.382,57	1.483,88	11.183,93	513,78	3.872,79
Itaúna	6.160,83	27.335,56	4.454,50	21.456,77	2.637,00	12.690,62
Leandro Ferreira	2.937,83	20.173,71	2.308,47	17.305,96	1.885,07	12.883,21
Nova Serrana	2.033,06	15.940,64	1.593,38	14.059,04	925,96	7.272,23
Onça de Pitangui	1.589,01	12.946,51	1.134,10	9.467,57	827,67	6.866,57
Pará de Minas	4.519,08	33.268,55	3.267,35	25.317,73	1.564,80	11.244,12
Passa Tempo	4.129,26	28.472,90	2.678,00	22.883,84	1.697,08	15.268,45
Piracema	3.458,95	20.008,25	2.809,20	18.086,32	2.445,32	15.517,33
Pitangui	3.071,38	34.756,43	2.250,82	27.263,06	903,63	8.681,20
São Gonçalo do Pará	2.051,17	16.227,37	1.694,35	14.597,63	479,13	3.711,26



MUNICÍPIOS	PLANTIO DE MUDAS		TERRACEAMENTO		PALIÇADA	
	APP	AD	APP	AD	APP	AD
São Sebastião do Oeste	2.370,49	27.317,16	1.767,43	23.972,73	1.071,09	15.396,19

Legenda: APP - áreas de preservação permanente; AD - áreas degradadas.

A recuperação ambiental não pode ser vista como um processo isolado, mas sim como parte de uma estratégia integrada que envolva setores públicos e privados, além da sociedade civil. O sucesso dessas iniciativas também está diretamente ligado à disponibilidade de recursos financeiros e à criação de incentivos para práticas sustentáveis na agricultura. Dessa forma, a recuperação da bacia hidrográfica do Rio Pará não apenas melhora a qualidade da água e reduz os impactos da erosão e do assoreamento, mas também contribui para a preservação da biodiversidade e o fortalecimento das comunidades locais.

## ***CAPÍTULO 04: PROGRAMA DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) EM PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ/MG***

## **4. PROGRAMA DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) EM PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ/MG**

---

### **4.1 INTRODUÇÃO**

O presente Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG é decorrente da contratação da ENGECONSULT, pela ELETROBRAS, para a Elaboração de “projetos-tipo” para recuperação ambiental de APP hídricas e prevenção/mitigação/correção de processos erosivos em áreas críticas nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba.

Os elementos que subsidiaram a sua elaboração são: o Produto 2 – Análises geoespaciais e mosaicos das imagens de satélite; e o Produto 3 – Relatórios Técnicos – Diagnóstico (Revisão 03).

O Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, ora proposto, insere-se no âmbito do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas – ANA.

A seguir, está apresentado um delineamento sucinto e objetivo do Programa, considerando o prazo e os recursos disponíveis para a sua elaboração, visando consubstanciar um documento técnico para subsidiar o início da articulação interinstitucional, principalmente entre a ELETROBRAS, a Agência Nacional de Águas – ANA, os órgãos ambientais e de recursos hídricos estaduais e os comitês de bacia hidrográfica (do rio Pará e do rio São Francisco), com o auxílio da consultoria contratada, para o alcance dos objetivos pretendidos e explicitados no Termo de Referência. Posteriormente, no âmbito das tratativas entre os entes mencionados, e outros intervenientes, este documento deverá ser aprimorado, pois se trata da deflagração de um processo complexo.

Esta revisão contempla a complementação e/ou inclusão dos seguintes itens, em atendimento às solicitações da Fiscalização:

- SITUAÇÃO ATUAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
- CONTATOS DAS PREFEITURAS E RESPECTIVAS SECRETARIAS MUNICIPAIS
- RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS
- ESTIMATIVA DE CUSTOS

### **4.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA**

A área de abrangência deste programa é parte da bacia hidrográfica do Rio Pará, inserida nos municípios da sua cabeceira: Passa Tempo, Carmo da Mata, Carmo do Cajuru, Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Itaguara, Itapeçerica, Carmópolis de Minas, Cláudio, Conceição do Pará, Itaúna, Onça de Pitangui, Pará de Minas, Piracema, São Sebastião do Oeste, Itatiaiuçu, Nova Serrana, Leandro Ferreira, Pitangui e Divinópolis, no Estado de Minas Gerais.



### 4.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa para a elaboração deste Programa de Pagamento de Serviços Ambientais consta no próprio Termo de Referência, conforme transcrito a seguir.

*“... foi decidido priorizar nesta Área 2, os municípios da cabeceira do Rio Pará para efeito de monitoramento e ganho de escala nas ações de revitalização.”*

E onde constam as seguintes exigências:

*“Apresentação de proposta de estratégias, intervenções e ações para prevenção, mitigação e correção de processos erosivos em áreas críticas das Bacias dos Rios São Francisco e Parnaíba, nos trechos objeto de estudo.”*

*“Apresentação de proposta de estratégias (incluindo APPs produtivas e cisternas), intervenções e ações prioritárias para a recuperação das APP hídricas degradadas e para a adequação ambiental dos imóveis rurais, a serem desenvolvidas junto aos proprietários e possuidores rurais e às instituições estaduais e locais.”*

*“Apresentação de proposta de estratégias, intervenções e ações prioritárias para estruturação de programa de Pagamento por Serviço Ambiental (PSA).”*

*“Apresentação de estratégias para articular o projeto com políticas públicas, outras iniciativas locais e atores relevantes na área ambiental, visando facilitar sua continuidade e possibilitar sua replicação bem como a otimização e sinergia de recursos financeiros e não financeiros.”*

Tendo em vista que o atendimento a estas exigências se coaduna perfeitamente com os pressupostos do Programa Produtor de Água – ANA, e que o próprio TR, em seu item 7.7, estabelece que o “Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) deve estar alinhado com as diretrizes do Programa Produtor de Água”, cuja metodologia é consagrada, o Programa ora elaborado está de acordo com tais diretrizes.

Nesse sentido, existe uma sistemática pré-estabelecida pelo Manual Operativo do Programa Produtor de Água / ANA<sup>1</sup>, com muitas ações prévias à Elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIPs), que também são válidas mesmo que apenas para a elaboração de projetos-tipo de recuperação, e sem as quais tal objetivo é inviabilizado. Uma destas ações necessárias é a identificação dos produtores interessados, os quais são os proprietários das terras e precisam manifestar o seu desejo de participar do programa. Outra ação prévia digna de destaque é a complexa articulação institucional entre entidades públicas e privadas para o alcance do objetivo pretendido.

Ademais, as características da área de estudo, evidenciadas no Produto 2 – Análises geoespaciais e mosaicos das imagens de satélite e Produto 3 – Relatórios Técnicos – Diagnóstico, deixam clara a necessidade de implementação de programas dessa natureza. De forma sucinta, os produtos mencionados permitem a visualização do desmatamento de diversos trechos marginais aos cursos d’água, que constituem áreas de preservação permanente. A remoção dessa vegetação pode ter ocorrido em decorrência de diversos fatores, dentre os quais se destaca a necessidade de ampliação

---

<sup>1</sup> Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012

de áreas de lavouras anuais ou de pastagem em condições de relevo mais favorável em propriedades de menores dimensões. Outra forma de pressão antrópica sobre a vegetação das APPs hídricas é a sua utilização como fonte ilegal de lenha para olarias e padarias próximas, o que ocorre tanto no Cerrado como na Caatinga.

Ainda, constata-se na área de estudo a densa malha de estradas vicinais não pavimentadas, cujo sistema de drenagem é responsável pelo significativo carreamento de sedimentos para os cursos d'água, provocando o indesejável assoreamento e turbidez da água, inclusive com a sua contaminação por fertilizantes e defensivos, afetando sobremaneira a biota aquática.

#### **4.4 OBJETIVOS**

O presente Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) tem como objetivo promover a recuperação ambiental de APPs hídricas, através de ações destinadas a prevenir, mitigar e corrigir processos erosivos em áreas críticas localizadas em parte da bacia hidrográfica do Rio Pará, inserida nos municípios da sua cabeceira.

Para o alcance deste objetivo, propõe-se a adoção de instrumentos que possibilitem a implementação de uma agricultura conservacionista capaz de recuperar ou manter a capacidade de infiltração e armazenagem de água no solo; reduzir a taxa de erosão hídrica; reduzir o risco de escassez hídrica; e evitar o assoreamento, responsável por alterações na qualidade da água, com repercussão sobre os organismos aquáticos.

#### **4.5 METAS**

A meta pretendida é a implementação do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da bacia hidrográfica do Rio Pará, inserida nos municípios da sua cabeceira, em suas duas fases: 1ª FASE – Detalhamento do Programa de PSA; e 2ª FASE – Implementação dos Projetos de PSA; através da articulação social e institucional necessária.

#### **4.6 SITUAÇÃO ATUAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

Considerando-se que o Programa Produtor de Água / ANA é uma realidade, é preciso adequá-lo às condições locais, tanto em relação às ações conservacionistas apropriadas para a região do estudo, quanto aos parceiros envolvidos para a sua plena implementação.

Visando subsidiar o futuro detalhamento deste delineamento de Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, assim como avaliar a sua magnitude, partiu-se das informações apresentadas no Produto 03 – Relatório técnico – Diagnósticos: Rio Pará – 368 – Recuperação Ambiental das APP Hídricas - Revisão 03, as quais foram ainda mais detalhadas a partir da base de dados do Sistema de Informações Geográficas criado.

Nos subitens 2.1 Área de Preservação Permanente e 2.1.1 Níveis de degradação, do referido relatório, as APPs da área de estudo foram organizadas em uma escala de degradação ambiental, descrita a seguir:

- Área Conservada – Ambientes preservados, com ausência ou mínima evidência de processos de degradação.
- Baixa Degradação – Regiões com indícios incipientes de impacto ambiental; requerem monitoramento e medidas preventivas.
- Suscetível à Degradação – Ambientes que, embora ainda estáveis, apresentam condições propícias ao desencadeamento de processos degradantes.
- Moderada Degradação – Áreas já impactadas, com perda parcial de funcionalidade ecológica, demandando ações de manejo e contenção.
- Alta Degradação – Regiões severamente afetadas, com alto comprometimento ambiental e necessidade de intervenções imediatas para recuperação.

Esta classificação possibilita a visualização espacial da vulnerabilidade ambiental e serve de subsídio técnico à definição de áreas prioritárias para manejo, conservação ou restauração da vegetação nativa.

Portanto, neste sentido, adiante estão apresentados os resultados dos trabalhos de geoprocessamento e sistematização das informações sobre as APPs em condição crítica, ou seja, enquadradas nas categorias: Suscetível à Degradação, Moderada Degradação e Alta Degradação.

Através do cruzamento das APPs em condição crítica na área de estudo com o plano de informação das divisas municipais e com o banco de dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR, foram obtidos resultados que permitem avaliar a abrangência do futuro Programa de PSA; estabelecer diretrizes e prioridades de atuação; estimar o custo do detalhamento da sua 1ª Fase; e também a ordem de grandeza dos recursos necessários para o efetivo pagamento aos produtores rurais pela prestação de serviços ambientais.

Conforme pode ser observado no Quadro 4-1, as APPs em situação crítica no Rio Pará totalizam 71.173,05 ha, com concentrações de áreas nos vinte municípios analisados que variam entre 8,7% e 2,2%.

**Quadro 4-1: APPs a recuperar inseridas nos municípios do Rio Pará**

Classificação	Alta Degradação (ha)	Moderada Degradação (ha)	Suscetível à Degradação (ha)	Total (ha)	%	% Acumulado
Itaúna	2.637,00	1.817,50	1.706,33	6.161	8,7%	8,7%
Itaguara	2.958,96	698,63	1.303,27	4.961	7,0%	15,6%
Cláudio	2.860,49	1.106,43	878,22	4.845	6,8%	22,4%
Itapecerica	2.251,41	1.240,61	1.199,32	4.691	6,6%	29,0%
Carmo do Cajuru	1.102,30	2.316,47	1.105,33	4.524	6,4%	35,4%
Pará de Minas	1.564,80	1.702,55	1.251,73	4.519	6,3%	41,7%
Carmo da Mata	2.973,54	602,60	933,82	4.510	6,3%	48,1%
Divinópolis	1.503,49	1.916,04	982,02	4.402	6,2%	54,3%



Classificação	Alta Degradação (ha)	Moderada Degradação (ha)	Suscetível à Degradação (ha)	Total (ha)	%	% Acumulado
Carmópolis de Minas	2.477,36	769,71	1.104,36	4.351	6,1%	60,4%
Passa Tempo	1.697,08	980,92	1.451,26	4.129	5,8%	66,2%
Piracema	2.445,32	363,88	649,76	3.459	4,9%	71,0%
Pitangui	903,63	1.347,19	820,56	3.071	4,3%	75,3%
Leandro Ferreira	1.885,07	423,40	629,35	2.938	4,1%	79,5%
Itatiaiuçu	513,78	970,11	957,24	2.441	3,4%	82,9%
São Sebastião do Oeste	1.071,09	696,33	603,06	2.370	3,3%	86,2%
Igaratinga	596,52	1.187,30	350,46	2.134	3,0%	89,2%
São Gonçalo do Pará	479,13	1.215,23	356,82	2.051	2,9%	92,1%
Nova Serrana	925,96	667,42	439,68	2.033	2,9%	95,0%
Conceição do Pará	553,03	895,71	543,50	1.992	2,8%	97,8%
Onça de Pitangui	827,67	306,43	454,90	1.589	2,2%	100,0%
<b>Total</b>	<b>32.227,60</b>	<b>21.224,46</b>	<b>17.720,99</b>	<b>71.173,05</b>	<b>100,0%</b>	
<b>Recuperação APP</b>	<b>71.173,05</b>			<b>71.173,05</b>		

Fonte: Produto 03 – Relatório técnico – Diagnósticos: Rio Pará – 368 – Recuperação Ambiental das APP Hídricas - Revisão 03 (página 20). Dados trabalhados.

Segundo o Quadro 4-2, parte (8,6%) das APPs em situação crítica no Rio Pará não possui informações no banco de dados do CAR sobre a propriedade em que está localizada. Portanto, estas não estão incluídas na relação individualizada das propriedades apresentada em anexo, em meio digital. Porém, foram consideradas no total de áreas críticas a recuperar e sua localização consta no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas.

Aproximadamente 65.033,46 ha, 91,4% do total de 71.173,05 ha de APPs em situação crítica no Rio Pará, localizam-se em 25.062 propriedades identificadas no CAR, todas relacionadas no anexo em meio digital, com dimensões bem distintas, porém convergindo para uma área média de 2,59 ha de APP por propriedade.

**Quadro 4-2: APPs a recuperar inseridas no Cadastro Ambiental Rural – CAR e número de propriedades**

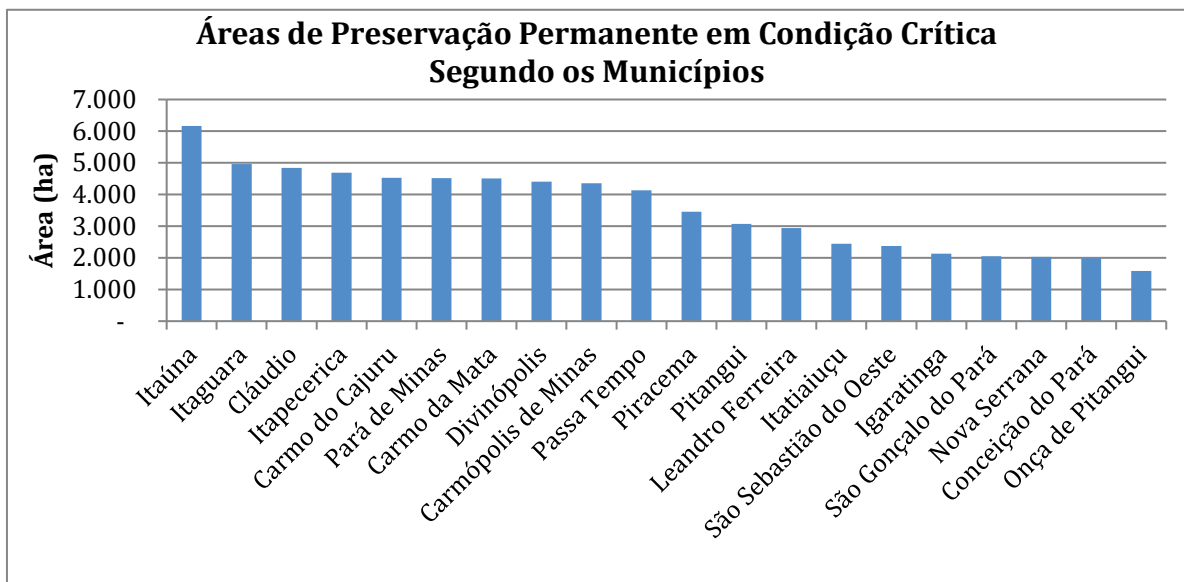
Rio Pará	Inseridas no CAR (ha)	Área fora do CAR (ha)	Área total por município (ha)	Número de Propriedades	Média de APP em condição crítica por propriedade (ha)
Itaúna	5.866,55	294,28	6.160,83	1.832	3,20
Itaguara	4.741,43	219,42	4.960,85	1.736	2,73
Cláudio	4.450,23	394,90	4.845,13	2.039	2,18
Itapecerica	4.090,28	601,06	4.691,34	1.906	2,15
Carmo do Cajuru	4.367,70	156,40	4.524,10	1.868	2,34
Pará de Minas	4.500,09	18,99	4.519,08	1.582	2,84

Rio Pará	Inseridas no CAR (ha)	Área fora do CAR (ha)	Área total por município (ha)	Número de Propriedades	Média de APP em condição crítica por propriedade (ha)
Carmo da Mata	4.086,57	423,39	4.509,95	849	4,81
Divinópolis	4.033,18	368,36	4.401,54	2.235	1,80
Carmópolis de Minas	3.862,60	488,83	4.351,43	1.467	2,63
Passa Tempo	3.777,96	351,30	4.129,26	1.354	2,79
Piracema	3.298,90	160,05	3.458,95	1.445	2,28
Pitangui	2.283,03	788,35	3.071,38	663	3,44
Leandro Ferreira	2.279,57	658,25	2.937,83	446	5,11
Itatiaiuçu	2.238,06	203,07	2.441,13	1.059	2,11
São Sebastião do Oeste	2.063,45	307,04	2.370,49	1.132	1,82
Igaratinga	2.134,17	0,10	2.134,28	774	2,76
São Gonçalo do Pará	1.869,25	181,91	2.051,17	864	2,16
Nova Serrana	1.858,02	175,03	2.033,06	594	3,13
Conceição do Pará	1.691,08	301,16	1.992,24	684	2,47
Onça de Pitangui	1.541,33	47,67	1.589,01	533	2,89
<b>Total - Recuperação APP</b>	<b>65.033,46</b>	<b>6.139,59</b>	<b>71.173,05</b>	<b>25.062</b>	<b>2,59</b>

Fonte: Produto 03 – Relatório técnico – Diagnósticos: Rio Pará – 368 – Recuperação Ambiental das APP Hídricas - Revisão 03 (página 20). Dados trabalhados.

Na Figura 4-1 está ilustrada a distribuição das APPs em condição crítica segundo os municípios, que permite observar a existência de áreas expressivas em todos, variando de 1.589,01 ha (Onça de Pitangui) a 6.160,83 ha (Itaúna).

Figura 4-1: Distribuição das APPs em condição crítica segundo os municípios



Visando determinar o número de propriedades em que estão concentradas as APPs a recuperar, com o intuito de estabelecer diretrizes e prioridades para a otimização do futuro detalhamento e posterior implementação do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, foram processadas as informações que constam em anexo em meio digital e os resultados apresentados no Quadro 4-3 e da Figura 4-2 à Figura 4-22.

Quadro 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada nos municípios do Rio Pará

Municípios	% do Total de APP			
	até 25% da área	até 50% da área	até 75% da área	até 100% da área
Carmo da Mata	17	76	201	849
Carmo do Cajuru	42	191	486	1.868
Carmópolis de Minas	49	168	425	1.467
Cláudio	51	191	492	2.039
Conceição do Pará	18	63	174	684
Divinópolis	41	172	479	2.235
Igaratinga	27	91	219	774
Itaguara	60	207	512	1.736
Itapeçerica	67	232	549	1.906
Itatiaiuçu	17	77	232	1.059
Itaúna	43	172	472	1.832
Leandro Ferreira	14	48	119	446
Nova Serrana	9	47	139	594
Onça de Pitangui	21	66	153	533
Pará de Minas	37	145	382	1.582
Passa Tempo	34	131	346	1.354
Piracema	45	169	411	1.445
Pitangui	16	65	168	663
São Gonçalo do Pará	27	100	236	864



Municípios	% do Total de APP			
	até 25% da área	até 50% da área	até 75% da área	até 100% da área
São Sebastião do Oeste	36	122	297	1.132
Total	671	2.533	6.492	25.062

Figura 4-2: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmo da Mata

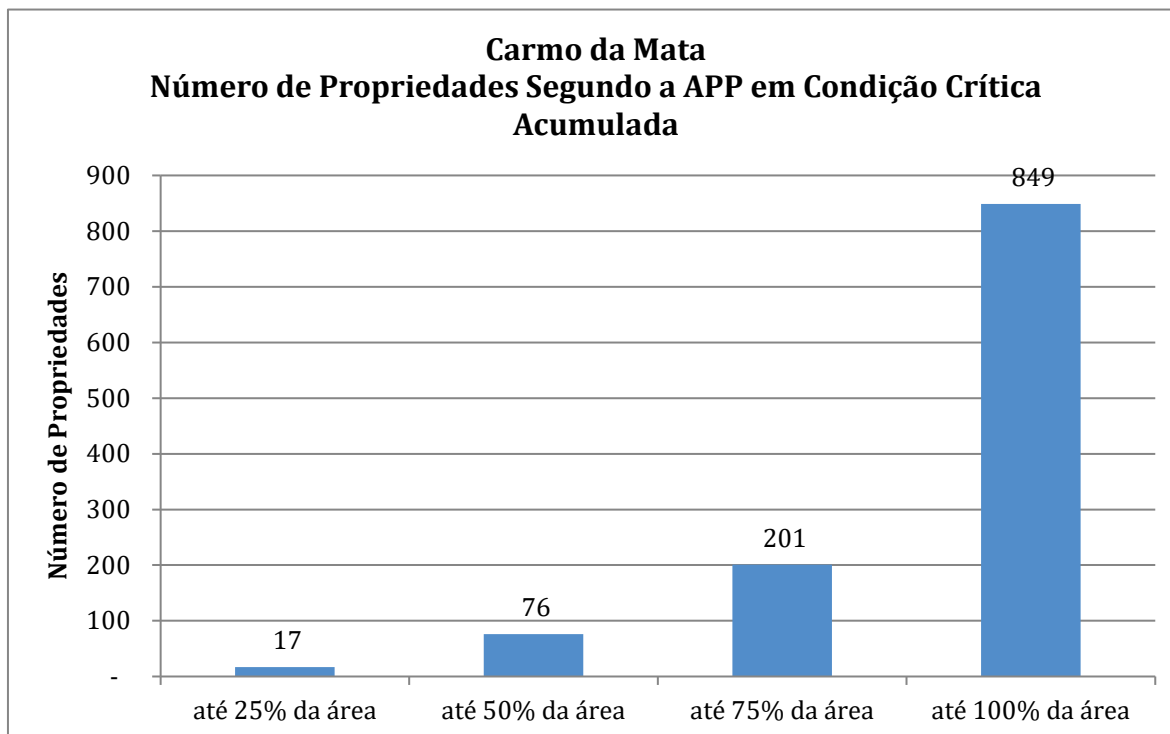


Figura 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmo do Cajuru

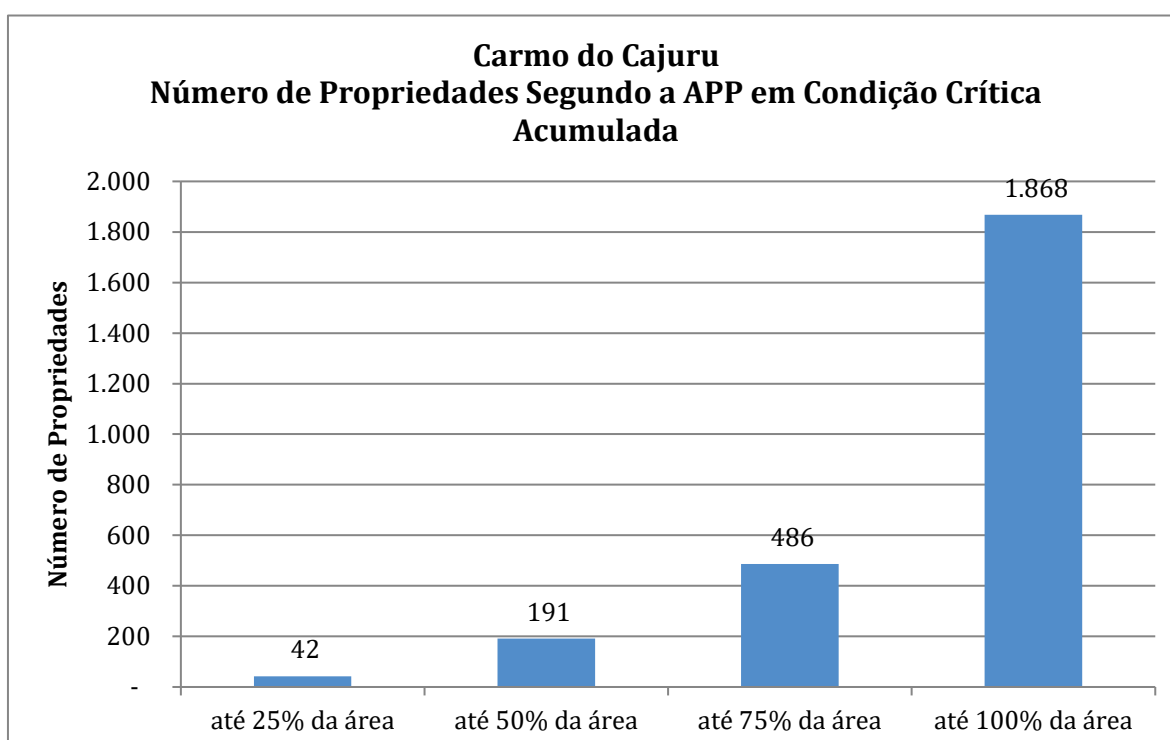


Figura 4-4: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Carmópolis de Minas

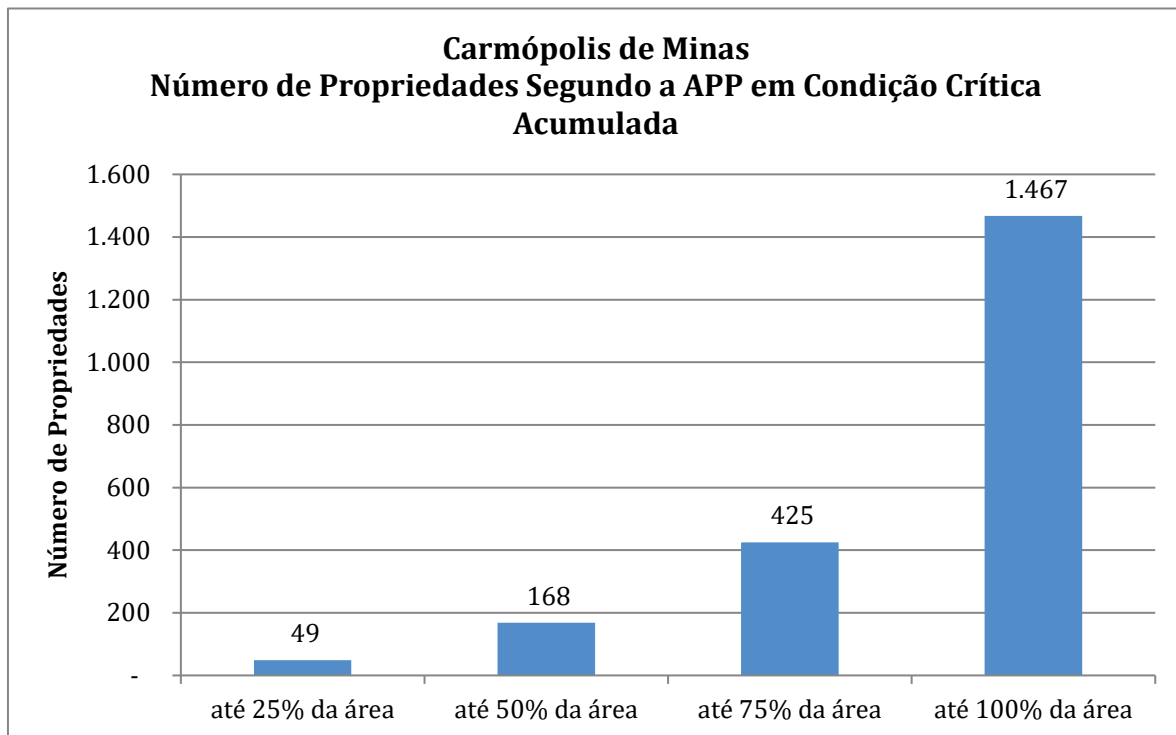


Figura 4-5: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Cláudio

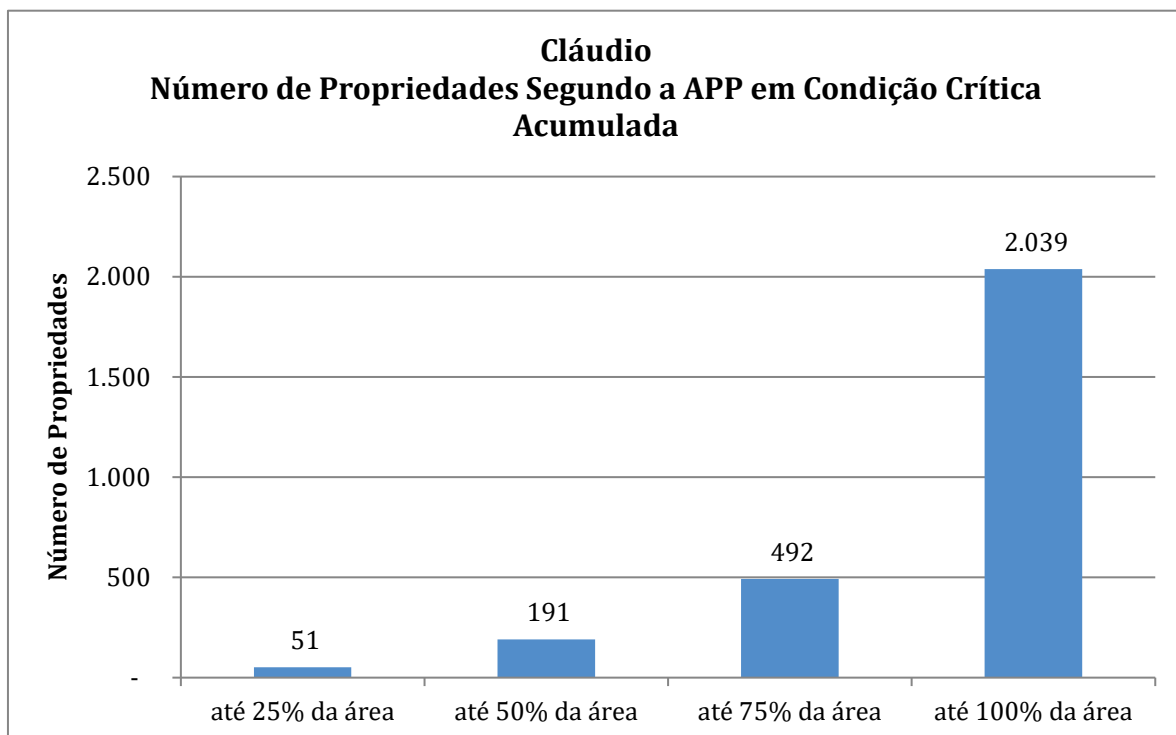


Figura 4-6: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Conceição do Pará

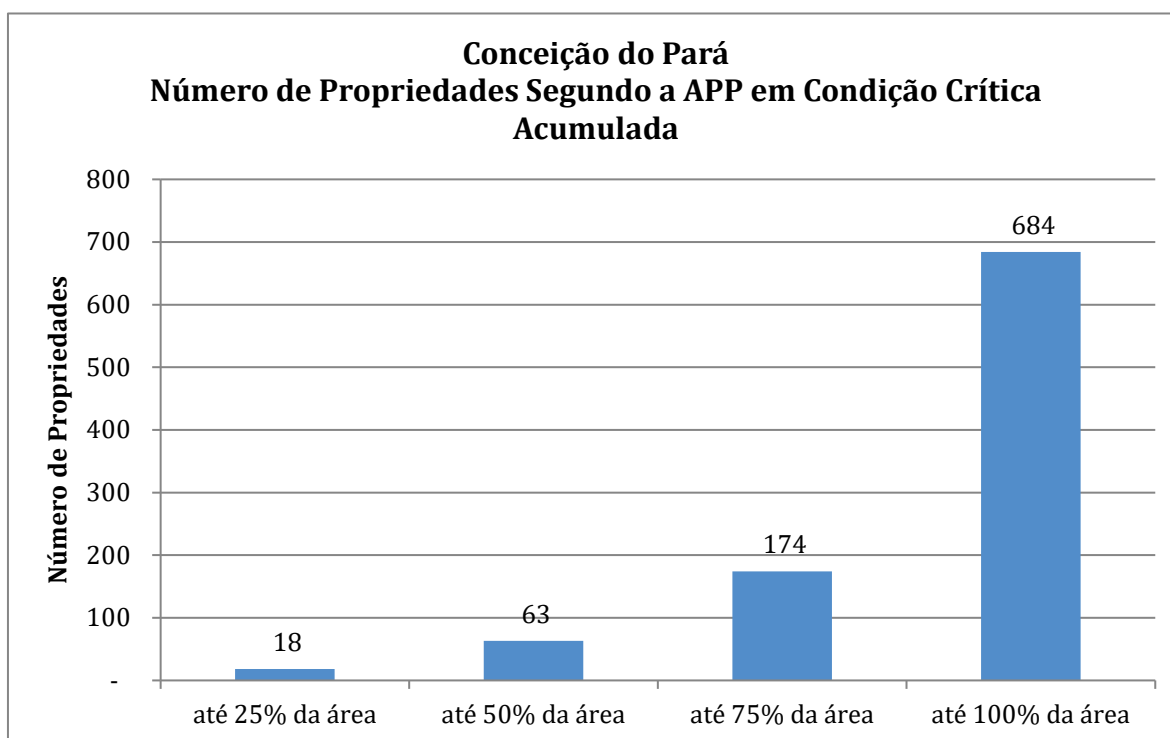


Figura 4-7: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Divinópolis

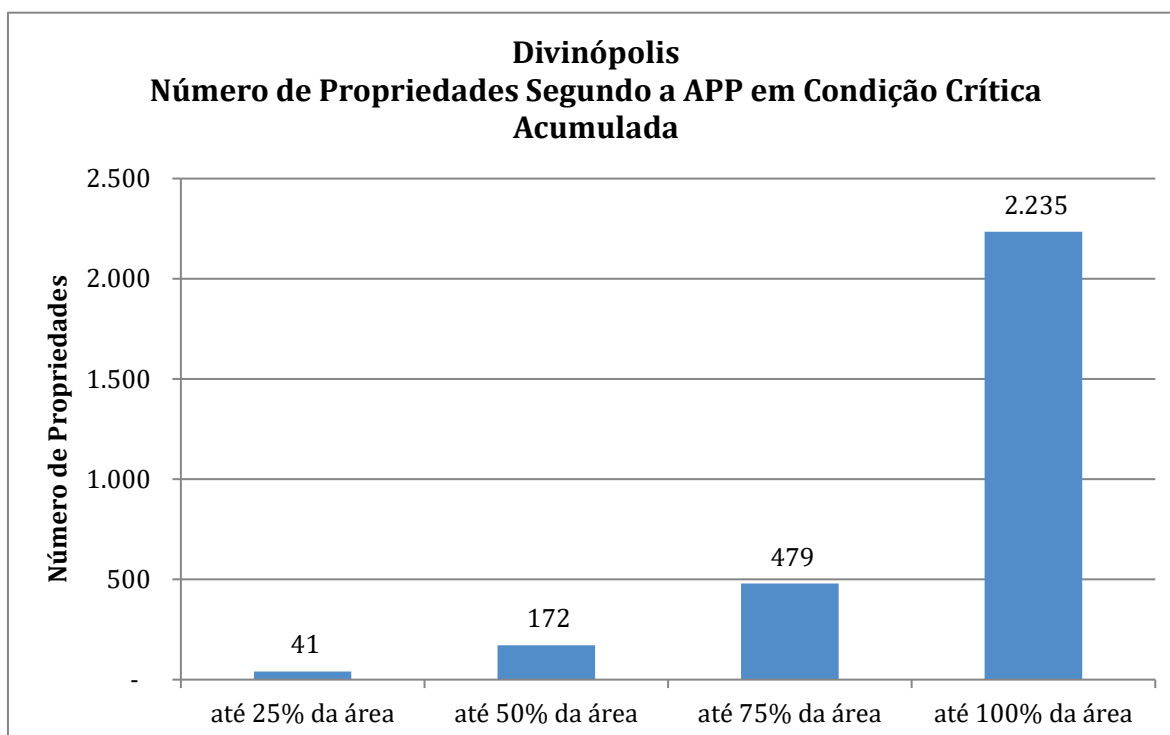




Figura 4-8: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Igaratinga

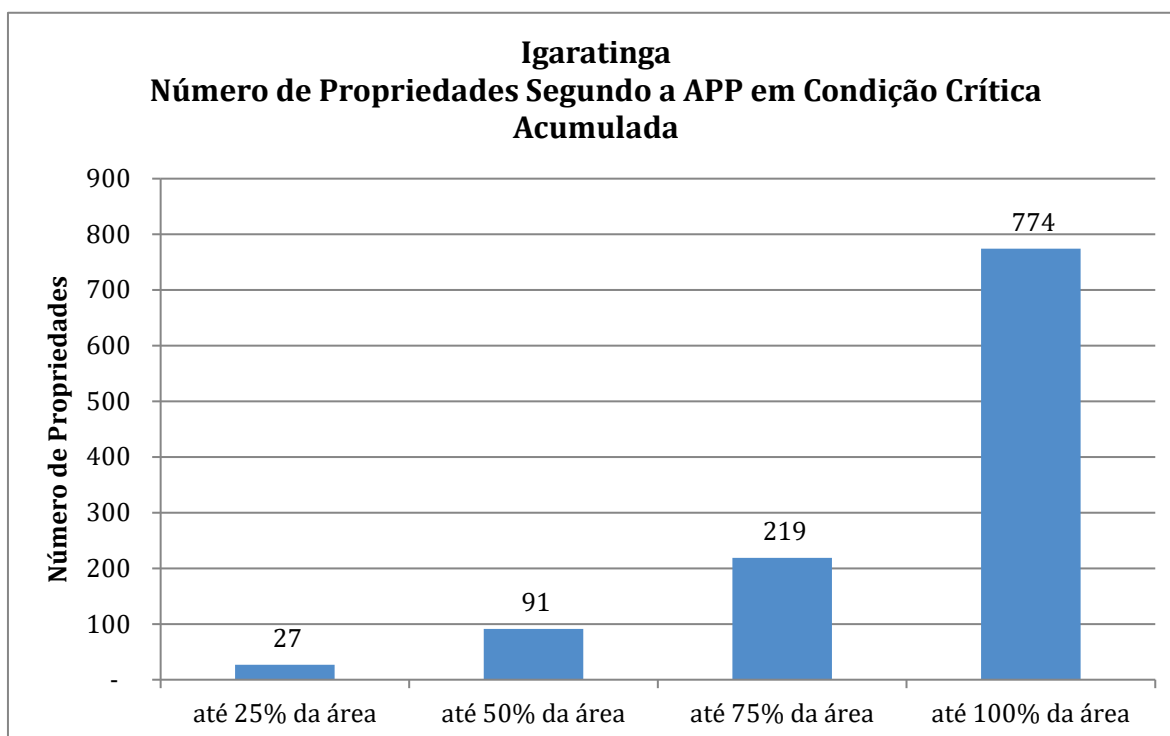


Figura 4-9: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itaguara

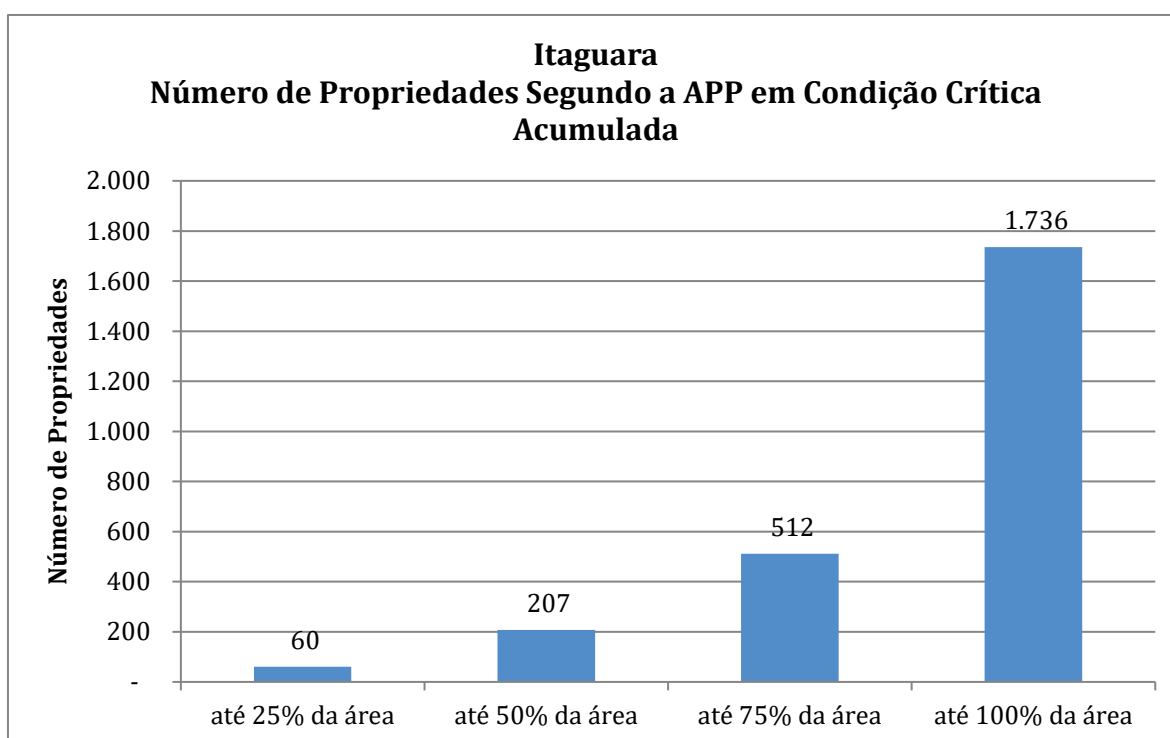


Figura 4-10: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itapecerica

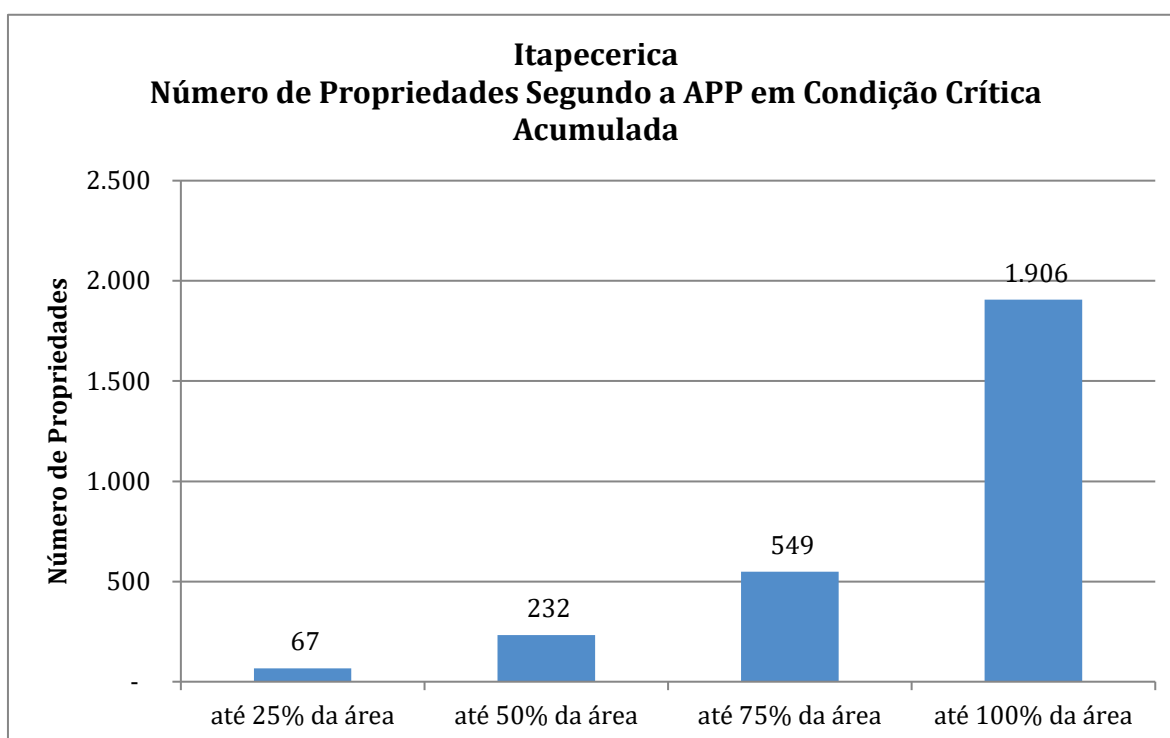


Figura 4-11: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itatiaiuçu

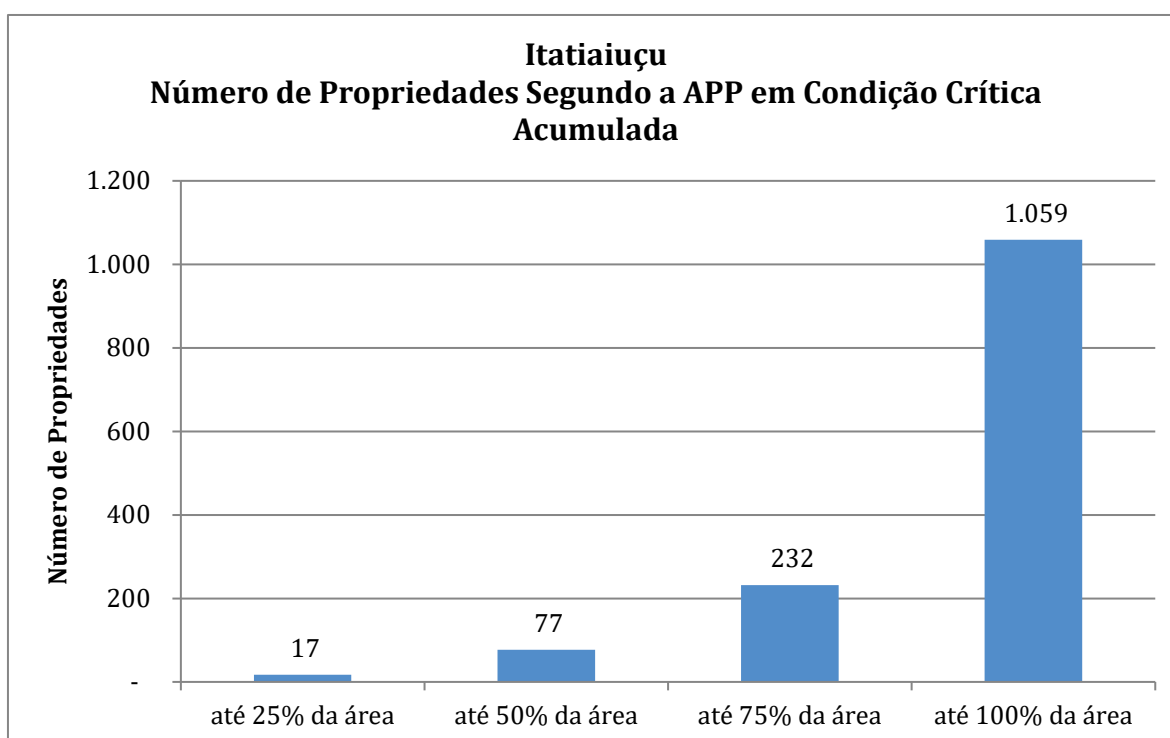


Figura 4-12: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itaúna

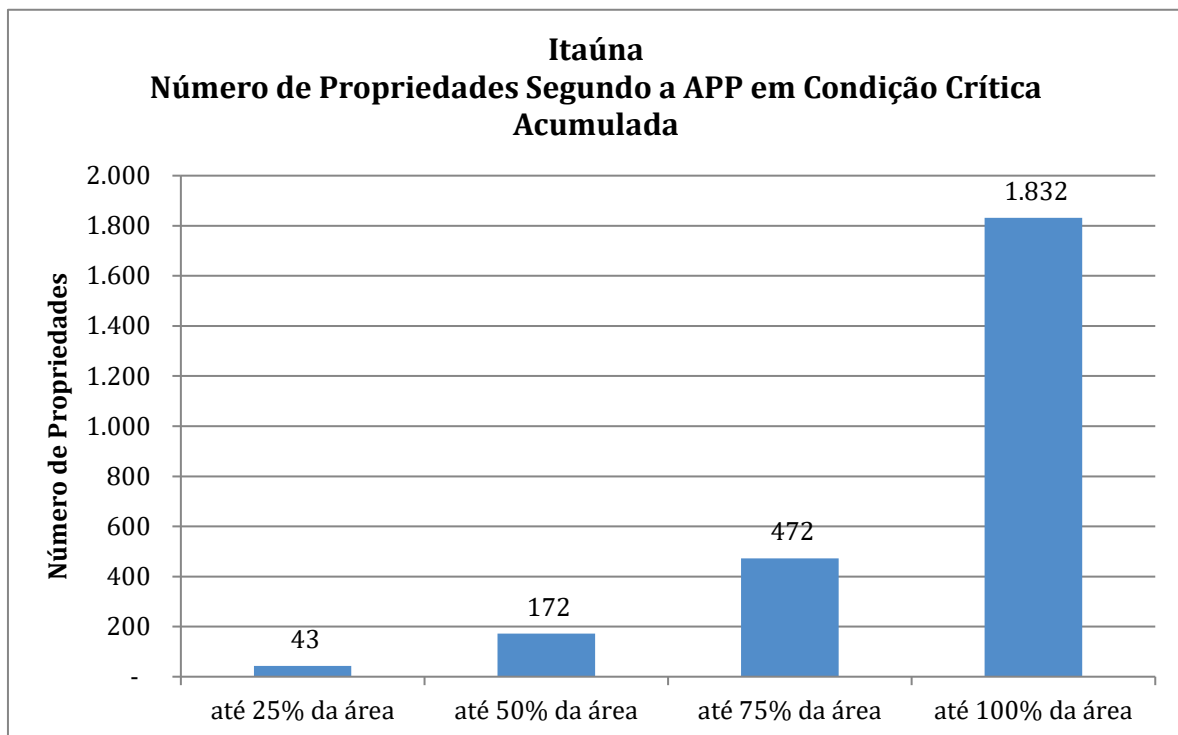


Figura 4-13: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Leandro Ferreira

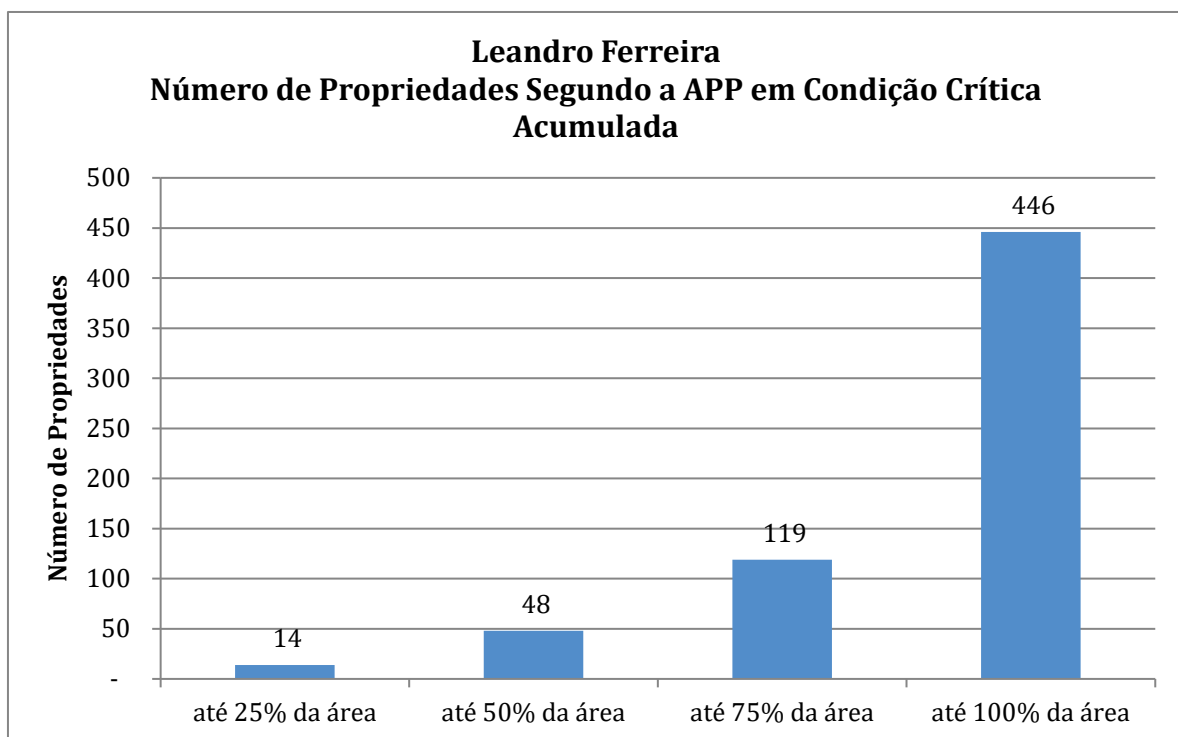




Figura 4-14: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Nova Serrana

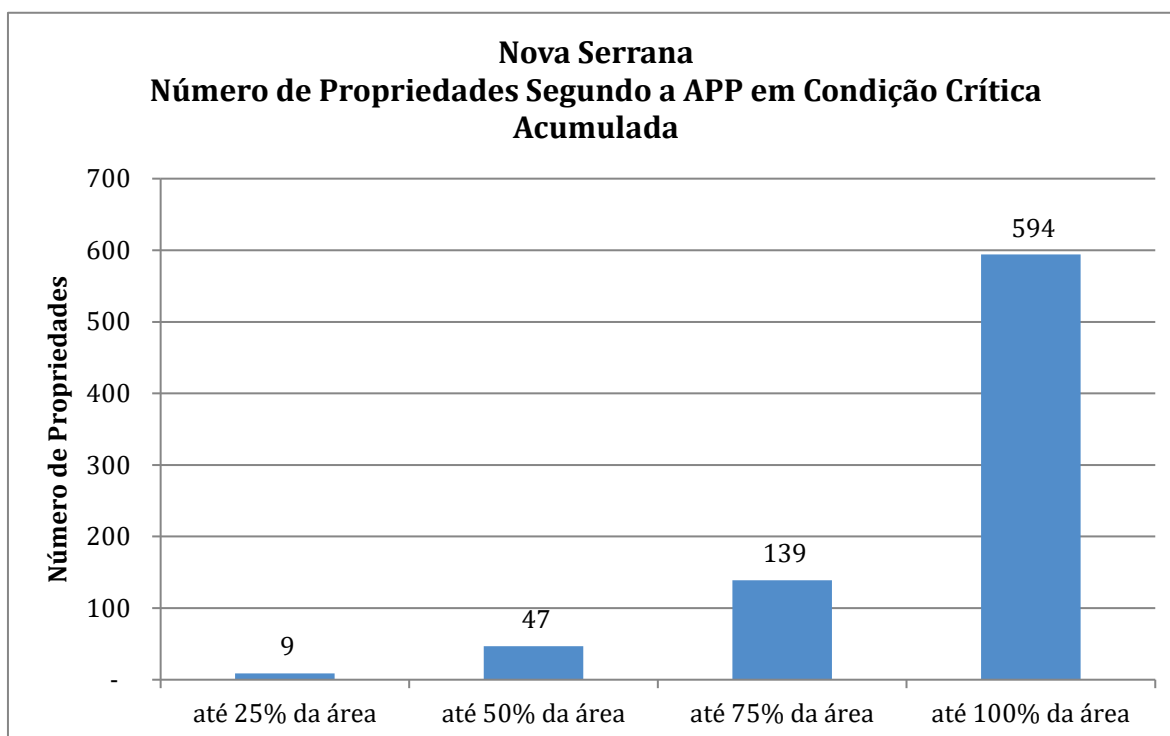


Figura 4-15: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Onça de Pitangui

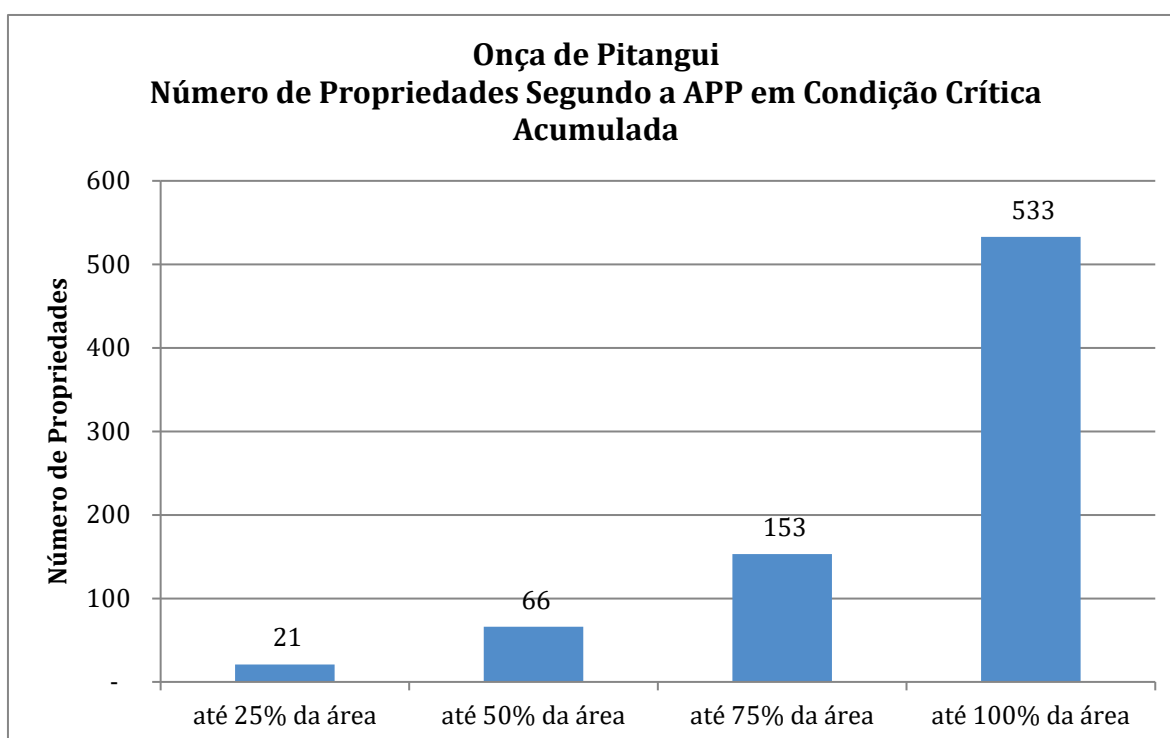


Figura 4-16: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Pará de Minas

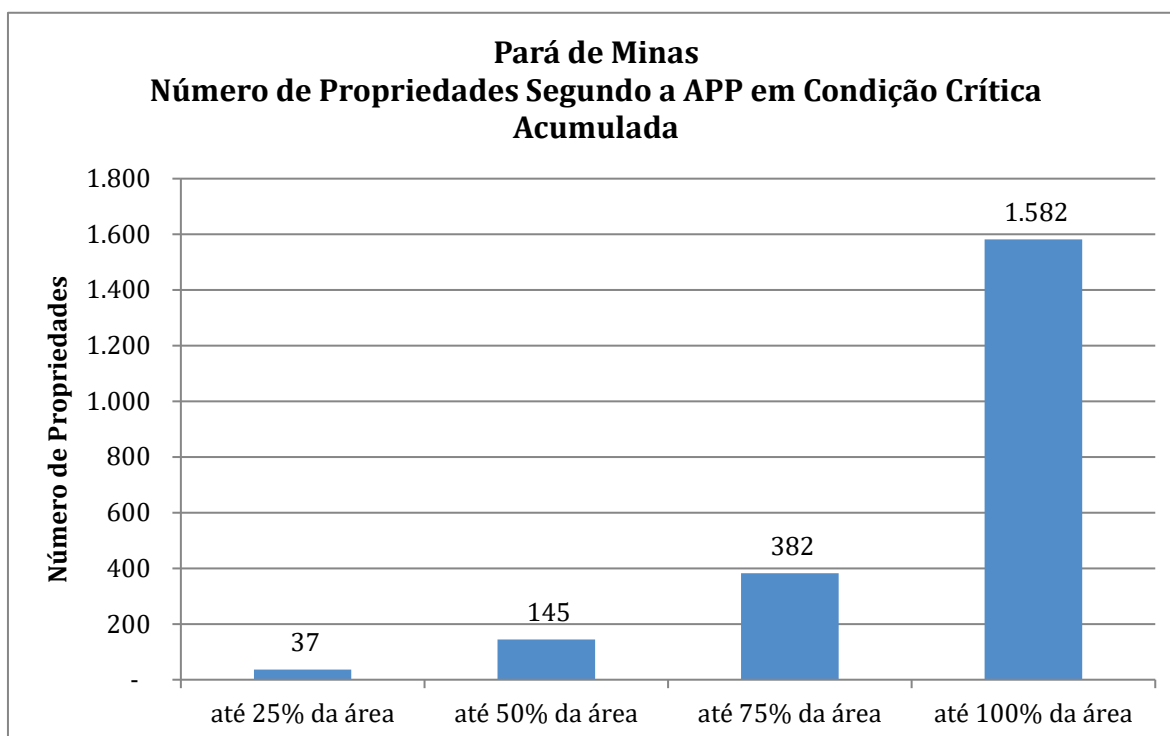


Figura 4-17: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Passa Tempo

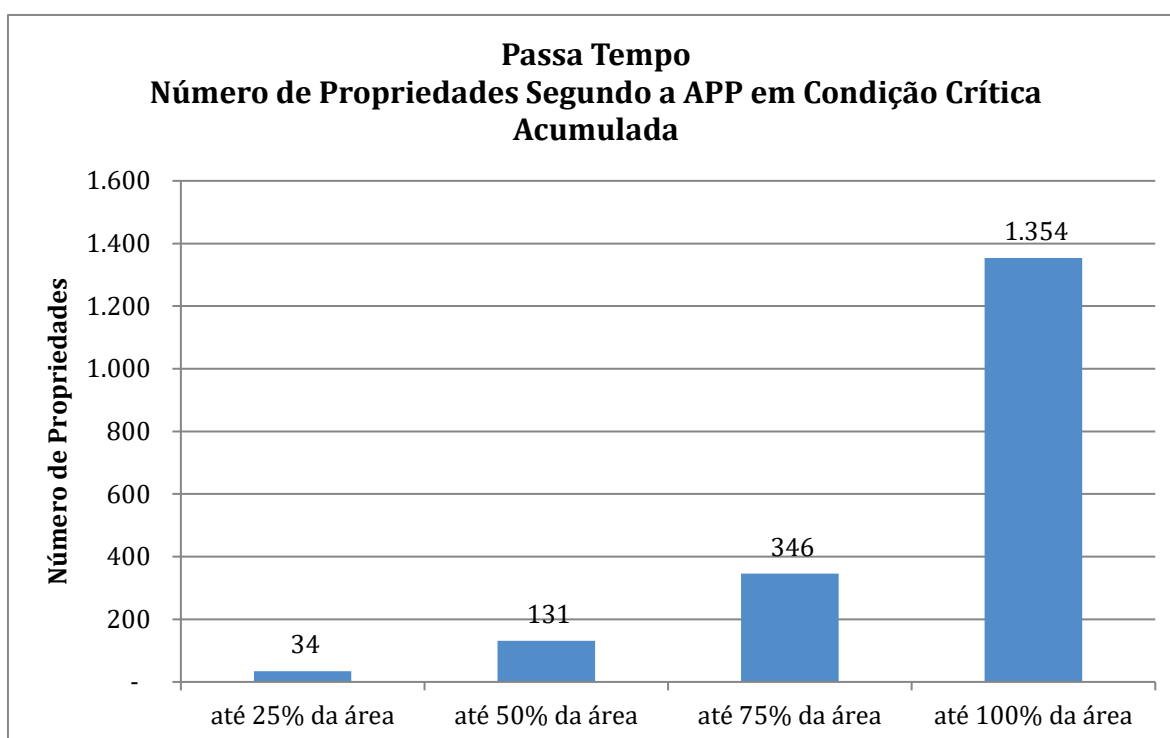


Figura 4-18: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Piracema

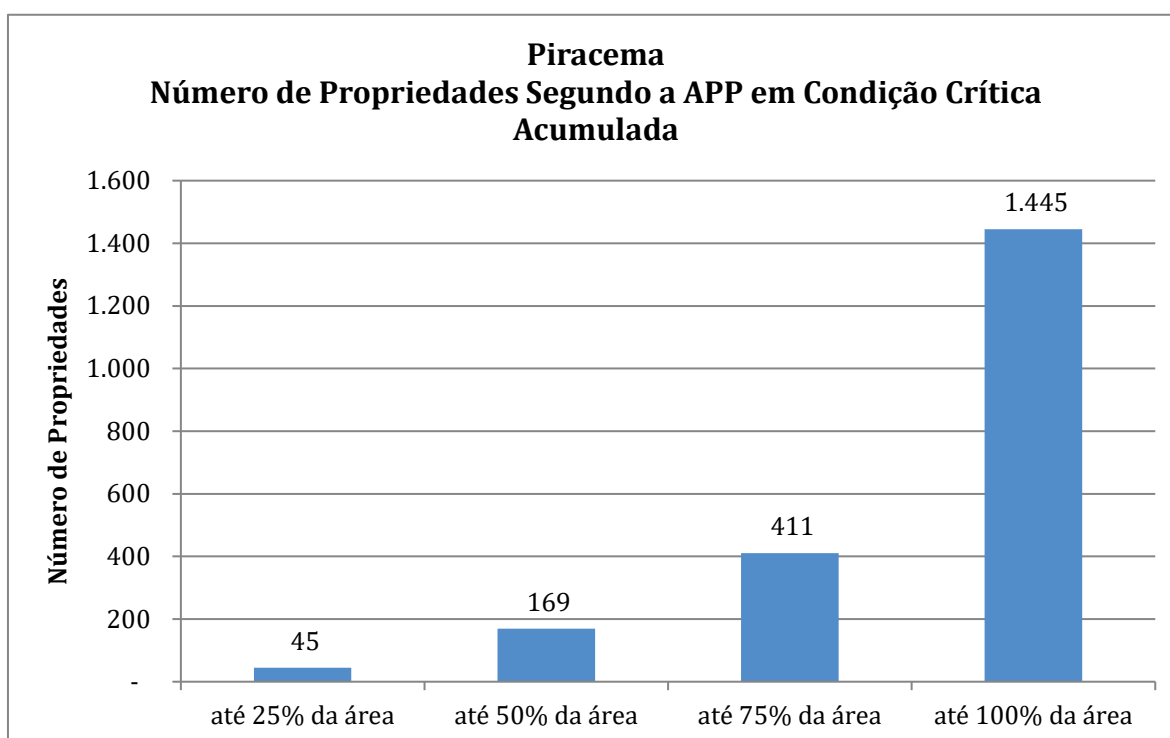


Figura 4-19: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Pitangui

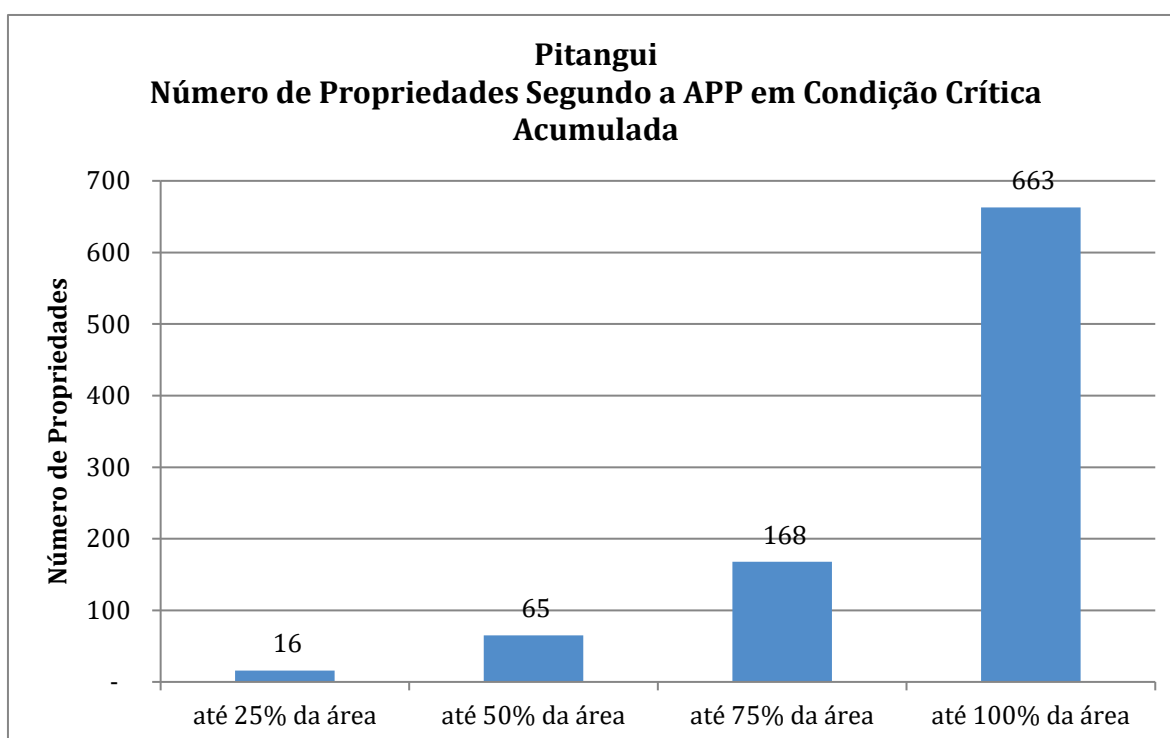




Figura 4-20: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – São Gonçalo do Pará

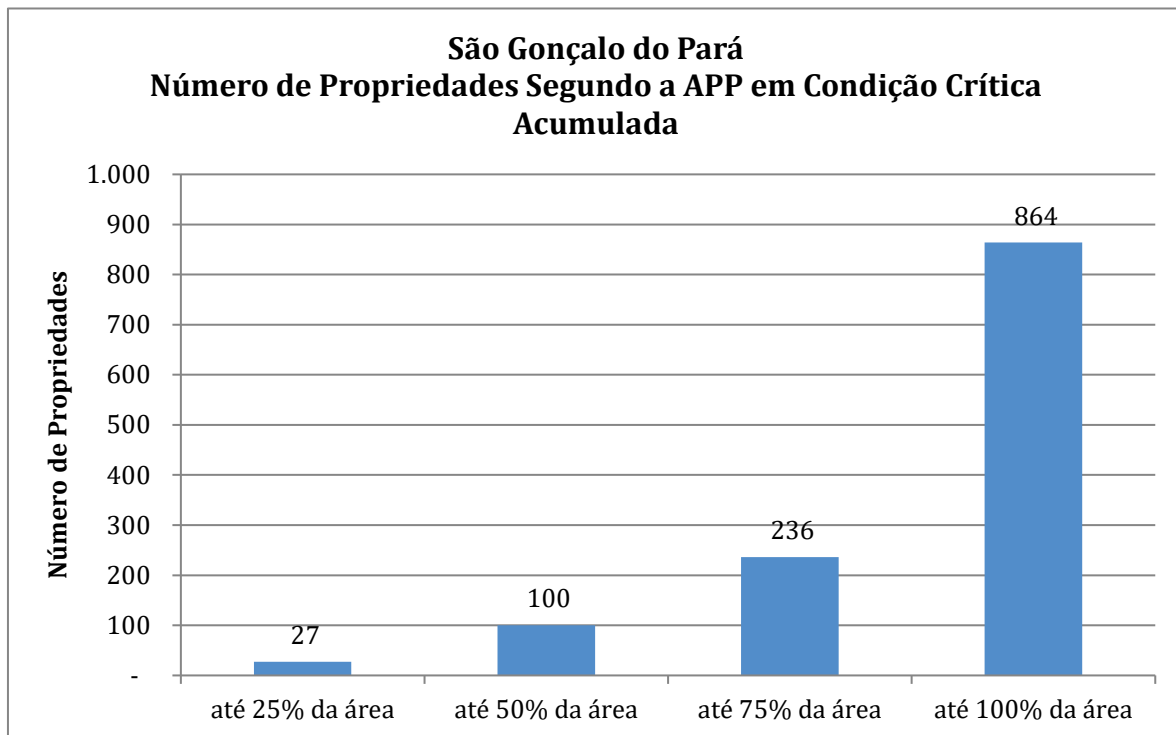


Figura 4-21: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – São Sebastião do Oeste

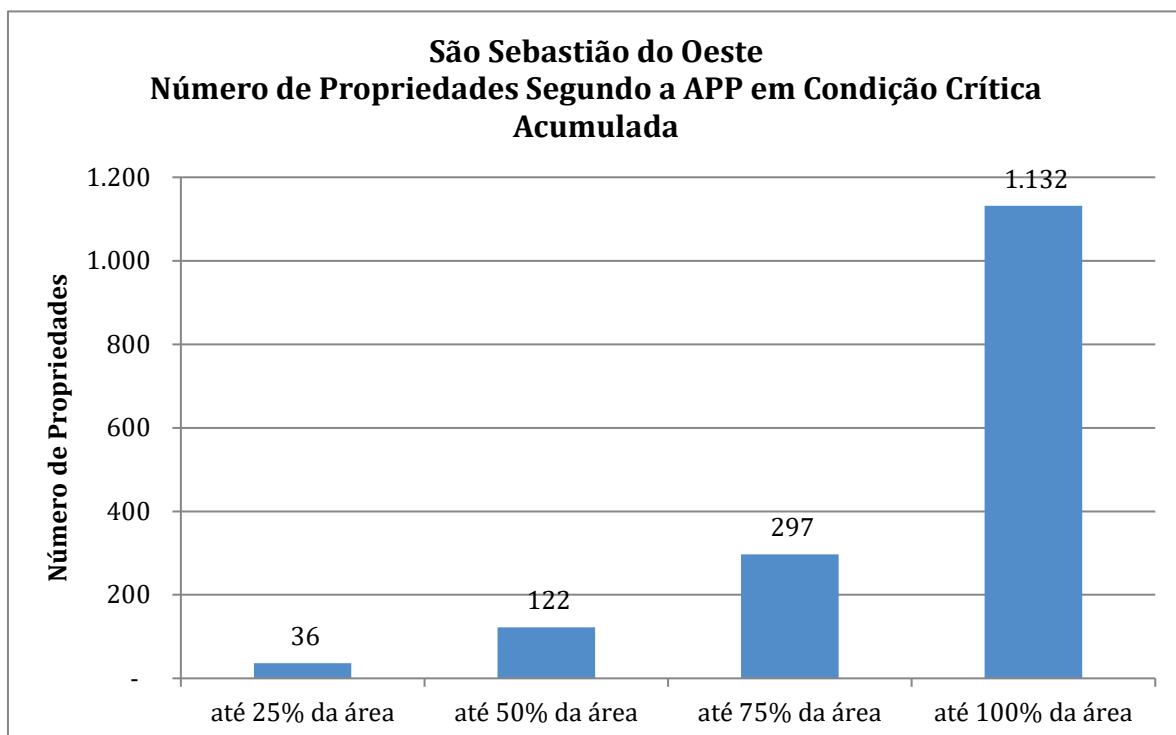
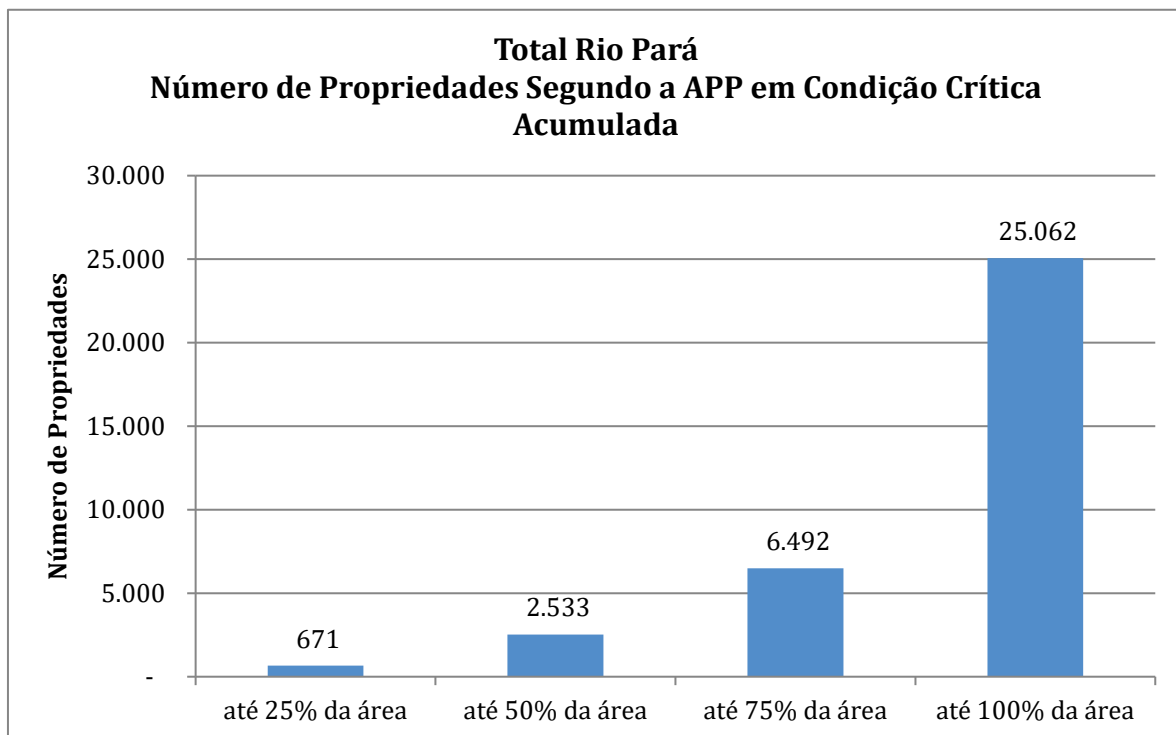


Figura 4-22: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Total Rio Pará



Assim, a partir da constatação da concentração de APPs em condição crítica em um número expressivamente menor do que o total de propriedades, sugere-se a adoção de duas etapas de implementação do Programa de PSA, sendo a 1ª com foco nas propriedades que concentram 75% da área e a 2ª, posteriormente, nas restantes.

Observe-se que 75% das APPs em condição crítica concentram-se em 6.492 propriedades, enquanto as 25% restantes distribuem-se em mais 18.570 propriedades. Logo, a implementação do Programa de PSA poderá ser otimizada com os trabalhos dirigidos para as propriedades onde se concentram as APPs em condição crítica, pelo menos em um primeiro momento.

Cabe destacar que o banco de dados do Sistema de Informações Geográficas elaborado será de fundamental importância para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

## 4.7 METODOLOGIA

Considerando-se que o Programa Produtor de Água / ANA é uma realidade, é preciso adequá-lo às condições locais, tanto em relação às ações conservacionistas apropriadas para a região do estudo, quanto aos parceiros envolvidos para a sua plena implementação.

Como não se trata de criar algo novo, nos Quadro 4-4 a Quadro 4-16 está sintetizada a metodologia do PPA/ANA, segundo os principais temas, servindo de subsídio para a estruturação e posterior detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da bacia hidrográfica

do Rio Pará/MG, inserida nos municípios da sua cabeceira. Nos quadros a seguir, os principais aspectos estão destacados em negrito.

#### Quadro 4-4: Metodologia de Execução do Programa Produtor de Água / Operação do Programa

##### 4 – METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA

##### 4.1 - Operação do Programa

No contexto do Programa Produtor de Água, **são elegíveis, como práticas mecânicas, aquelas voltadas à conservação do solo e água, tais como subsolagem, construção de terraços, de barragens de captação e infiltração de água de chuva (barraginhas), de barragens subterrâneas, readequação de estradas rurais e outras tecnologias adaptáveis à região de implantação do projeto.**

**Recuperação florestal** envolve, para efeitos do Programa, todas as práticas voltadas ao restabelecimento da cobertura vegetal com fins de proteção hídrica, e pode incluir o **cercamento de áreas, produção de mudas, plantio, enriquecimento, regeneração natural e conservação.**

Com relação à **educação ambiental**, o Programa considera como elegíveis as atividades de palestras, cursos, reuniões, seminários, eventos, material de divulgação e de consumo, logística, e contratação de palestrantes, instrutores, monitores.

Outra forma de apoio institucional é o reconhecimento de projetos que atendam aos requisitos delineados pelo Programa. Isto ocorre após análise técnica do projeto, é oficializado por resposta do Diretor-Presidente, e consiste numa autorização de uso da logomarca da ANA.

**A ANA não contribui com recursos financeiros para o pagamento por serviços ambientais, que devem ser aportados por parceiros previamente definidos no âmbito do arranjo organizacional do projeto.**

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-5: Estruturação dos Projetos

##### 4.2 - Estruturação dos Projetos

De modo geral, os projetos apoiados pelo Programa Produtor de Água têm como ponto de partida a **existência de interesse pela manutenção e melhoria da qualidade e da disponibilidade da água** de uma determinada bacia hidrográfica. Neste contexto, o projeto se fundamenta na existência de valor econômico da água, com **parceiros dispostos a investir, de um lado, e prestadores de serviços ambientais, de outro.**

A princípio, um interessado identifica uma problemática relativa aos recursos hídricos de uma bacia e articula a integração dos diversos parceiros que, em potencial, podem colaborar com a implantação de um projeto. Em geral, **os projetos contam com a parceria de associações locais ou regionais, prefeituras municipais, comitês de bacia hidrográfica, agências reguladoras e produtores rurais.** Uma vez reconhecidas as parcerias, os papéis e as responsabilidades vão sendo estabelecidos com o andamento dos projetos.

Geralmente, as parcerias firmadas nos projetos são consolidadas por meio da **celebração de um Acordo de Cooperação Técnica - ACT<sup>10</sup>, o qual deve prever a organização de uma Unidade de Gestão do Projeto – UGP<sup>11</sup>.**

10 ANEXO III

11 ANEXO IV

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.



#### Quadro 4-6: Fontes de Recursos

##### 4.2.1 - Fontes de Recursos

Há uma série de fontes de recursos financeiros em potencial que podem ser utilizadas para o pagamento por serviços ambientais e na execução de ações necessárias ao seu provimento. Esses recursos podem estimular mercados em regiões sensíveis e necessitadas da proteção dos recursos hídricos.

A situação financeira e o porte da entidade financiadora que atua no PSA não são relevantes para o Programa, haja vista que o que se busca, em todos os projetos, é a **sustentabilidade**, ou seja, **o financiador só deve investir o montante proporcional aos ganhos obtidos com as intervenções, não se tratando de transferências de cunho social, mas sim da compra de serviços ambientais que se traduzem em benefícios para os compradores.**

As potenciais fontes de recursos são:

- Orçamento Geral da União, Estados e Municípios;
- Fundos Estaduais de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente;
- Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Outros Fundos (Clima, Amazônia);
- Bancos (setor de apoio, carteira de crédito);
- Organismos Internacionais (BIRD, BID);
- Organizações Não Governamentais;
- Fundações;
- Empresas de saneamento;
- Empresas de geração de energia elétrica;
- Comitês de bacia (recursos da cobrança pelo uso da água);
- Termos de Ajustes de Conduta, Compensação Financeira e Multas;
- Compensação ambiental;
- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;
- Empresas públicas e privadas.

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-7: Arranjos Organizacionais – Atribuições da ANA

##### 4.2.2 - Arranjos Organizacionais

O arranjo organizacional consiste no conjunto de parceiros com atribuições peculiares a cada projeto, cabendo, preferencialmente:

**À ANA:**

I. propor anualmente, no Orçamento Geral da União, a consignação dos recursos necessários à execução do Programa Produtor de Água;

**II. analisar as propostas de inclusão dos projetos no Programa Produtor de Água;**

III. apoiar tecnicamente a concepção e execução dos projetos do Programa Produtor de Água;

IV. capacitar as equipes técnicas das entidades parceiras;

V. propor parâmetros, indicadores e metas apropriados ao projeto;

VI. apoiar financeiramente a execução de ações para o alcance dos objetivos do projeto;

VII. acompanhar a implantação dos projetos;

VIII. instalar equipamentos de monitoramento hidrológico necessários para a avaliação do desempenho do Programa;

IX. divulgar o Programa em âmbito nacional;

X. avaliar os resultados do Programa;

XI. nomear um membro da sua equipe para compor a UGP;

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-8: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Proponente

##### **Ao Proponente<sup>12</sup>:**

- I. elaborar o diagnóstico sócio ambiental e o projeto da sub-bacia;*
- II. destinar no seu Plano de Aplicação, anual ou plurianual, recursos para o pagamento dos serviços ambientais – PSA e aqueles para a execução dos projetos;*
- III. instaurar processo licitatório para seleção dos projetos de conservação de água e solo e reflorestamento, que apótem maiores benefícios ambientais atendendo aos objetivos do Programa, estabelecendo critérios e procedimentos para sua execução<sup>13</sup>;**
- IV. celebrar os contratos com os produtores rurais, estabelecendo metas, épocas de verificação e pagamentos das parcelas;*
- V. acompanhar, diretamente ou por meio da UGP, o cumprimento das metas do projeto;*
- VI. monitorar o cumprimento das condições estabelecidas nos contratos dos produtores beneficiários relativas ao PSA;*
- VII. capacitar seu quadro técnico nos procedimentos do Programa;*
- VIII. demonstrar, diretamente ou através de entidade certificadora devidamente credenciada, os critérios de implantação do Programa e o cumprimento de suas metas, estas últimas para efeito da liberação das parcelas do PSA;*

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-9: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Órgão ou Entidade Municipal ou Estadual

##### **Ao órgão ou entidade municipal ou estadual:**

- I. desenvolver legislação voltada à criação de incentivos para os produtores rurais que prestam serviços ambientais, quando necessário;*
- II. propor anualmente, no seu Orçamento Geral, a consignação dos recursos necessários à execução do projeto;*
- III. apoiar a elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIP);*
- IV. instalar e operar os equipamentos de monitoramento hidrológico necessários à avaliação do desempenho do Programa;*
- V. disponibilizar dados geográficos, pedológicos, hidrológicos (qualidade e quantidade) e de uso atual da terra da bacia proposta;*
- VI. monitorar, em conjunto com os demais parceiros, as variáveis hidrológicas relativas à quantidade e qualidade da água superficial, durante o período do projeto<sup>14</sup>;*
- VII. disponibilizar os meios necessários para treinamento e capacitação dos participantes do projeto durante toda a sua duração;*
- VIII. acompanhar a implantação dos projetos;*
- IX. implementar um programa de educação ambiental no âmbito dos projetos;*

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-10: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Assistência Técnica

##### **À Assistência Técnica:**

- I. receber e manter o registro ordenado, por data e hora, das inscrições dos produtores, conforme previsto no edital<sup>15</sup>;*
- II. elaborar os PIPs nas propriedades dos produtores que aderirem ao projeto;**
- III. estabelecer o Índice de Eficiência de Abatimento de Erosão (P.A.E.);**

- IV. estabelecer o valor de pagamento unitário, de acordo com o Valor de Referência do Programa (VRE/ANA)<sup>16</sup>;
- V. estabelecer o valor do pagamento unitário das áreas de conservação ou recuperação da vegetação natural;
- VI. identificar as estradas da bacia que são fonte de sedimentos e elaborar os projetos de readequação;**
- VII. desenvolver um programa de educação ambiental voltado ao controle da poluição difusa rural e à proteção de mananciais;
- VIII. acompanhar a implantação dos projetos em suas fases críticas, de acordo com o cronograma previamente definido;

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-11: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Agente Financeiro do PSA

##### **Ao Agente Financeiro<sup>17</sup> do PSA:**

- I. receber e administrar os recursos destinados à conta do projeto, observando as orientações legais e normativas pertinentes;**
- II. realizar a contratação da prestação dos serviços ambientais dos produtores rurais;**
- III. efetuar a liberação das parcelas referentes ao projeto, mediante notificação emitida por entidade devidamente credenciada;
- IV. prestar contas da movimentação financeira da conta por intermédio de relatórios periódicos ou sempre que solicitado;
- V. fornecer, periodicamente, os demonstrativos contábeis da conta com os destaques dos depósitos realizados, dos rendimentos, da capitalização dos rendimentos e dos resgates efetuados por sua ordem.

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-12: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Unidade de Gestão do Projeto – UGP

##### **À Unidade de Gestão do Projeto:**

- I. elaborar seu regimento interno<sup>18</sup>;
- II. seguir as orientações do Programa estabelecidos neste Manual Operativo;
- III. fazer a gestão da implantação do projeto na bacia;**
- IV. acompanhar e registrar a implementação dos projetos nas propriedades rurais (PIPs), de acordo com o cronograma previamente definido<sup>19</sup>;
- V. informar, aos participantes do projeto, eventuais irregularidades observadas na sua implantação.

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-13: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Produtor Rural Beneficiário

##### **Ao Produtor Rural beneficiário:**

- I. efetuar sua inscrição no projeto e apresentar sua proposta nas datas e locais estabelecidos no edital<sup>20</sup>;
- II. apoiar a assistência técnica na elaboração do projeto individual de sua propriedade (PIP);
- III. participar da implantação, operação e manutenção do PIP de acordo com o estabelecido no contrato;
- IV. informar ao contratante o andamento da implantação do empreendimento e eventuais alterações em relação ao projeto original ou ao cronograma proposto;



V. comunicar ao contratante o início da operação do empreendimento e solicitar visita de avaliação, com vistas à certificação para liberação das parcelas do PSA estipuladas em contrato;  
**VI. franquear a todas as entidades envolvidas no projeto o acesso à propriedade, bem como às informações necessárias à comprovação do cumprimento das condições contratuais.**

Ressalta-se que o arranjo organizacional pode contar com a participação de **outros parceiros com atribuições específicas** para a execução de ações no âmbito do projeto. Estes podem **participar do Acordo de Cooperação Técnica e compor a Unidade de Gestão do Projeto, bem como assinar acordos bilaterais.**

12 O Programa qualifica como Proponente quem encaminha projetos à ANA.

13 ANEXO V

14 Entende-se, no âmbito do Programa, que os projetos devem ter duração mínima de 5 anos após a implantação do último PIP.

15 ANEXO V

16 ANEXO VI

17 Pode ser a Agência de Água, banco oficial ou um agente repassador, devidamente selecionado e cadastrado.

18 ANEXO IV

19 ANEXO VII

20 ANEXO V

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-14: Aspectos Técnicos dos Projetos / Seleção de Sub-bacias Hidrográficas

##### 4.3 - Aspectos Técnicos dos Projetos

Os projetos são implantados em uma determinada bacia hidrográfica onde se adotam práticas conservacionistas e, para que o PSA seja implementado, faz-se necessária a valoração dos serviços ambientais.

##### 4.3.1 - Seleção de Sub-bacias Hidrográficas

**A sub-bacia hidrográfica que atender a, pelo menos, um dos critérios descritos a seguir, é elegível, sendo prioritária aquela que atender o maior número deles.**

I. ser um manancial de abastecimento de água para uso urbano ou industrial;

II. ser um manancial de fornecimento de água para a geração de energia elétrica;

III. estar inserida em bacias hidrográficas que já tenham os instrumentos de gestão, previstos na Lei 9.443/97, implementados;

IV. estar inserida em uma bacia hidrográfica cujo Plano de Recursos Hídricos identifique problemas de poluição difusa de origem rural, erosão e déficit de cobertura vegetal em áreas legalmente protegidas;

V. ter um número mínimo de produtores rurais interessados que possa viabilizar a aplicação do Programa;

VI. estar em situação de conflito de uso dos recursos hídricos;

VII. estar sujeita a eventos hidrológicos críticos recorrentes;

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-15: Aspectos Técnicos dos Projetos / Pagamento aos Produtores

##### 4.3.4 - Pagamento aos produtores

No Programa Produtor de Água, **a valoração dos serviços ambientais de proteção hídrica, baseia-se em um Valor de Referência (VRE), que é o custo de oportunidade de uso de um**

*hectare da área objeto do projeto, expresso em **R\$/hectare/ano**. Este valor é obtido mediante o desenvolvimento de um estudo econômico, específico para a área do projeto, baseado na atividade agropecuária mais utilizada na região, ou em um conjunto de atividades que melhor represente os ganhos médios líquidos obtidos na sua utilização.*

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-16: Processo de Habilitação, Seleção e Contratação dos PIPs

##### 4.4 – Processo de Habilitação, Seleção e Contratação dos PIPs

**Os projetos individuais das propriedades – PIPs são selecionados mediante processo licitatório<sup>24</sup> cujos critérios priorizam aqueles que, tendo como indicadores diretos a redução da erosão e a melhoria da infiltração de água, aportam maiores benefícios ambientais, ou seja, que alteram, de modo significativo, a qualidade da água da sub-bacia ou promovem a redução da erosão e a melhoria da infiltração de água.**

*Os projetos selecionados são contratados, e os produtores de serviços ambientais podem ser remunerados simultaneamente pela conservação de solo e água, recuperação e/ou preservação da vegetação natural.*

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

#### Quadro 4-17: Processo de Certificação e Monitoramento dos Projetos

##### 4.5 - Processo de Certificação

**A certificação** das ações na propriedade rural, acordadas no contrato, é pré-requisito para os pagamentos por serviços ambientais.

##### 4.6 - Monitoramento dos Projetos

*Tendo em consideração a necessidade de aprimoramento da avaliação dos benefícios dos projetos, prevê-se o desenvolvimento de um **programa de monitoramento**.*

*Os benefícios gerados pelo abatimento da erosão devem ser monitorados por meio de indicadores tais como a vazão e a turbidez da água nos cursos hídricos diretamente afetados e em períodos pré-estabelecidos, assim como deve ser avaliado o grau de engajamento dos produtores rurais na adoção das práticas e na manutenção dos trabalhos realizados em suas propriedades<sup>26</sup>.*

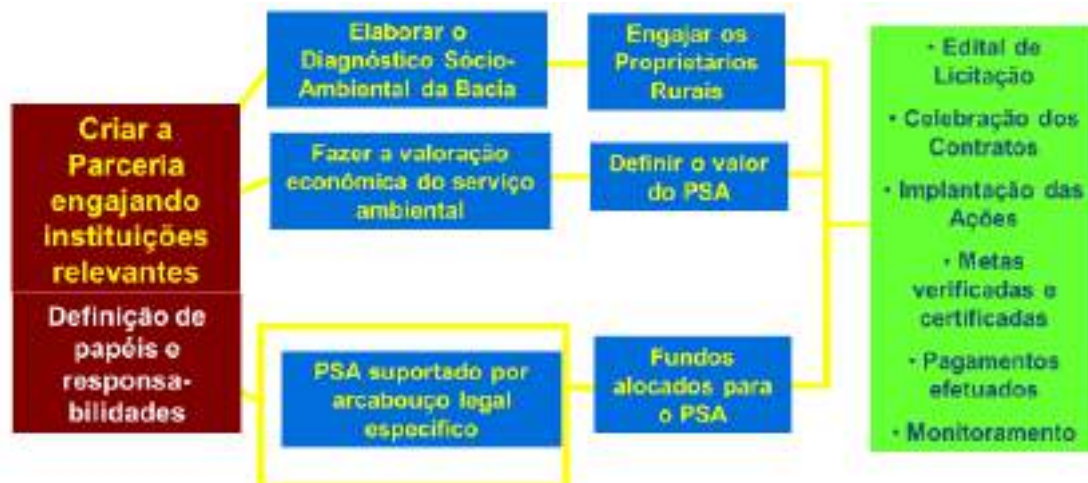
*25 A certificação é baseada em padrões específicos para cada uso e prática conservacionista (PPC) estipulados previamente no contrato.*

*26 ANEXO VIII*

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

Assim, a partir da metodologia preconizada, o próprio Manual Operativo do Programa Produtor de Água/ANA apresenta uma síntese das principais etapas a serem conduzidas para a implantação de Projetos de Prestação de Serviços Ambientais, resumidas na Figura 4-23 e relacionadas a seguir. Apenas foram aqui divididas em duas fases e proposta a realização de Oficinas Participativas, com a participação dos parceiros e intervenientes no processo. A 1ª Fase é relativa ao Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA); e a 2ª Fase contempla a efetiva Implementação dos Projetos do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais.

Figura 4-23: Fluxograma Básico das Etapas de Implantação dos Projetos de PSA (1ª e 2ª Fases)



Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

• **1ª FASE – Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da bacia hidrográfica do Rio Pará/MG**

- Celebração de Acordo de Cooperação Técnica entre a ANA e a Proponente;
- Criação da Unidade de Gestão do Projeto – UGP;
- Identificação dos provedores (produtor rural) e beneficiários (sociedade) de serviços ambientais;
- Identificação de interessados com disposição a pagar pelos serviços ambientais;
- Reuniões de aproximação dos provedores e beneficiários com vistas a estabelecer um mercado para os serviços ambientais (realização de Oficinas Participativas);
- Definição de papéis e responsabilidades;
- Elaboração do Diagnóstico sócio ambiental e Projeto Básico;
- Estimativa dos valores de referência para os pagamentos relativos aos abatimentos de erosão (VRE);
- Definição do orçamento, do cronograma e das fontes de financiamento para o pagamento dos serviços ambientais;
- Identificação de órgãos e entidades públicas, federais, estaduais e municipais, Comitês de bacia, ONGs e outras que possam fornecer insumos que facilitem a implementação das ações (realização de Oficinas Participativas);
- Reunião dos parceiros, incluindo associação de produtores, para definir a estratégia de implementação do projeto (realização de Oficinas Participativas);
- Treinamento das entidades participantes sobre os procedimentos de implantação e certificação;
- Lançamento do edital para seleção das propriedades;
- Identificação dos produtores interessados;
- Elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIPs); e
- Recebimento, análise e seleção das propostas dos produtores (Proponente/ANA).



- **2ª FASE – Implementação dos Projetos do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG**

- Implementação dos projetos;
- Instalação de equipamentos de monitoramento hidrológico em pontos estratégicos da bacia;
- Certificação do grau de implantação dos projetos;
- Pagamento dos valores contratados aos produtores certificados; e
- Validação da metodologia e dos parâmetros de abatimento de erosão do projeto.

Sugere-se incluir na 1ª FASE – Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) a apresentação de proposta de estratégias para sensibilização e mobilização do público-alvo, assim como a elaboração de programas de educação ambiental e de monitoramento da fauna associada, este último devido a sua importância na dispersão de sementes das espécies da flora nativa.

A fim de otimizar os esforços, principalmente relacionados à articulação institucional, mas também abrangendo as questões técnicas, seria conveniente realizar de forma conjunta com o PSA do Rio das Velhas, sempre que possível, as ações previstas na 1ª e 2ª Etapas. Neste sentido, poderia ser criada uma única Unidade de Gestão do Projeto – UGP para os PSAs do Rio Pará e do Rio das Velhas.

Finalizando a metodologia, cabe destacar que adiante, no item relativo ao cronograma físico de execução, foram atribuídos prazos às principais etapas a serem conduzidas para a implantação de Projetos de Prestação de Serviços Ambientais.

## 4.8 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

As principais instituições envolvidas na proposta deste Programa são as seguintes:

- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio;
- Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional – MIDR;
- Banco do Brasil;
- Fundação Banco do Brasil;
- Caixa Econômica Federal – CEF;
- WWF - Brasil;
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA;
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF;
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS;
- Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG;
- Outros Representantes do Setor de Geração de Energia Elétrica;
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA;
- Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP;
- Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG;
- Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG;

- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD/MG;
- Instituto Estadual de Florestas – IEF;
- Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM/MG;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM/MG;
- Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais – SEAPA;
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER/MG;
- Ministério Público do Estado de Minas Gerais;
- Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais – FAEMG;
- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR/MG;
- Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais – FETAEMG;
- Polícia Militar Ambiental – PMMG;
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF;
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará;
- Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo;
- SOS Mata Atlântica;
- Rede de Sementes do Cerrado;
- Prefeituras Municipais de Passa Tempo, Carmo da Mata, Carmo do Cajuru, Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Itaguara, Itapeçerica, Carmópolis de Minas, Cláudio, Conceição do Pará, Itaúna, Onça de Pitangui, Pará de Minas, Piracema, São Sebastião do Oeste, Itatiaiuçu, Nova Serrana, Leandro Ferreira, Pitangui e Divinópolis;
- Secretarias Municipais de Agricultura;
- Secretarias Municipais de Meio Ambiente;
- Secretarias Municipais de Obras;
- Câmaras de Vereadores;
- Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável – CMDRS;
- Operadores dos Sistemas de Água e Esgoto;
- Sindicatos Rurais;
- Entidades e produtores responsáveis por Projetos de Prestação de Serviços Ambientais (PSA), eventualmente já implementados na área de interesse; e
- Associações de Produtores Rurais.

Sobre os Projetos de Prestação de Serviços Ambientais (PSA), eventualmente já implementados na área de interesse, podem ser obtidas informações nos sites da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD/MG; Instituto Estadual de Florestas – IEF; Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM/MG; Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM/MG; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará; e Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo.

Em relação às instituições envolvidas na implementação do Programa, cabe registrar que, na Resolução ANA Nº 180, de 18 de Janeiro de 2024, consta:

*“Diante da experiência adquirida, e identificada a necessidade de atender à grande demanda por apoio a novos projetos, o entendimento da ANA é que o Programa atingiu maturidade, relevância e efeito demonstrativo suficientes **para ser conduzido de uma forma ainda mais descentralizada e com o***

**protagonismo de comitês de bacias**, agências de água e órgãos estaduais de recursos hídricos, observando as ações prioritárias previstas nos planos de bacias.”

Justamente nesse sentido, no site do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, constam as ações compreendidas por um Programa de Conservação Ambiental e Produção de Água, em implementação, que pode ser consultado online<sup>2</sup>.

## 4.9 CONTATOS DAS PREFEITURAS E RESPECTIVAS SECRETARIAS MUNICIPAIS

Visando facilitar os contatos necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica Rio Pará, a seguir estão sintetizadas as informações sobre as principais secretarias dos municípios abrangidos.

Itaúna
Secretaria Municipal de Administração Renato Corradi Bechelaine Telefone: (37) 3249-9502 Email: <a href="mailto:administracao@itauna.mg.gov.br">administracao@itauna.mg.gov.br</a> Endereço: Avenida Boulevard, 153, bairro Boulevard Lago Sul, CEP: 35.680-760, Itaúna, MG. Funcionamento: De segunda a sexta-feira, das 08h às 16h.
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico Gilberto Emanuel Silva Telefone: (37) 3249-9726 Email: <a href="mailto:desenvolvimento.economico@itauna.mg.gov.br">desenvolvimento.economico@itauna.mg.gov.br</a> Endereço: Avenida Boulevard, 153, bairro Boulevard Lago Sul, CEP: 35.680-760, Itaúna, MG. Funcionamento: De segunda a sexta-feira, das 08h às 16h.
Secretaria Municipal de Educação Regina Célia Duarte Amaral Andrade Telefone: (37) 3249-9890 Email: <a href="mailto:semec@itauna.mg.gov.br">semec@itauna.mg.gov.br</a> Endereço: Rua Manoel Zacarias, 194, Bairro das Graças, 35680-318, Itaúna, MG. Funcionamento: De segunda a sexta-feira, das 08h às 16h.
Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente Hidelbrando Canabrava Rodrigues Neto Telefone: (37) 3249 9649 Email: <a href="mailto:secretario.urbanismo@itauna.mg.gov.br">secretario.urbanismo@itauna.mg.gov.br</a> Endereço: Avenida Boulevard, 153, bairro Boulevard Lago Sul, CEP: 35.680-760, Itaúna, MG. Funcionamento: De segunda a sexta-feira, das 08h às 16h.

Itaguara
Secretaria de Educação Maria Lucíola de Andrade Oliveira Telefone: (31) 3184-2665 Email: <a href="mailto:luciola13@hotmail.com">luciola13@hotmail.com</a> Endereço: Rua Mário Lima, 139, Centro - Itaguara/MG Funcionamento: 08:00 as 18:00 horas

<sup>2</sup> Disponível em: <https://cbhriopara.org.br/projetos/programa-de-conservacao-ambiental-e-producao-de-agua/>



Itaguara
<p>Secretaria do Meio Ambiente  Felipe de Oliveira Cunha  Telefone: (31) 3184-2706  Email: <a href="mailto:secobrasitaguara@hotmail.com">secobrasitaguara@hotmail.com</a>  Endereço: Rua Francisco Hilário, s/n Centro - Itaguara/MG  Funcionamento: 07:00 as 16:00 horas</p>

Cláudio
<p>Secretaria Departamento da Fazenda/Finanças  Ana Carolina Sousa Carvalho Rosa  Telefone: (37) 3381-4806  Email: <a href="mailto:financas@claudio.mg.gov.br">financas@claudio.mg.gov.br</a>  Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, nº 152 - Centro  Funcionamento: Segunda à Sexta-feira de 08:00 às 17:00h.</p>
<p>Secretaria Departamento de Administração  Fernando do Nascimento Santos  Telefone: (37) 3381-4809  Email: <a href="mailto:fernando@claudio.mg.gov.br">fernando@claudio.mg.gov.br</a>  Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, nº 152 - Centro  Funcionamento: Segunda à Sexta-feira de 08:00 às 17:00h.</p>
<p>Secretaria Municipal de Educação  Anália de Freitas Moraes  Telefone: (37) 3381-4148  Email: <a href="mailto:educacao@claudio.mg.gov.br">educacao@claudio.mg.gov.br</a>  Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, nº 80 - Centro  Funcionamento: Segunda à Sexta-feira de 08:00 às 17:00h.</p>
<p>Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura  Christiane Bernardes Pereira  Telefone: (37) 9 9873-0779  Email: <a href="mailto:meioambiente@claudio.mg.gov.br">meioambiente@claudio.mg.gov.br</a>  Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 171, 2º andar - Centro  Funcionamento: Segunda à Sexta-feira de 08:00 às 17:00h.</p>

Itapecerica
<p>Secretaria de Agronegócio e Meio Ambiente  Telefone: (37) 3341-1901  Endereço: Rua Vigário Antunes, 276 - Bairro Centro  Horário de Funcionamento: Segunda a Sexta-feira, das 12h às 18h</p>
<p>Secretaria da Educação  Secretária: Glauca Aparecida Menezes Fonseca  Telefone: (37) 3341-8516  Email: <a href="mailto:educacao@itapecerica.mg.gov.br">educacao@itapecerica.mg.gov.br</a>  Endereço: Rua Juscelino Kubitschek, 96 - Bairro Centro (Centro Cultural)  Horário de Funcionamento: Segunda a Sexta-feira, das 12h às 18h</p>

Carmo do Cajuru
<p>Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  Email: <a href="mailto:meioambiente@carmodocajuru.mg.gov.br">meioambiente@carmodocajuru.mg.gov.br</a>  Endereço: Praça Getúlio Vargas, Nº 8, Centro</p>

<b>Carmo do Cajuru</b>
Recepção: (37) 3429-1065 Corporativo (WPP): (37) 98413-1379 SIMMA: (37) 3429-0401
Secretaria de Fazenda e Planejamento Email: <a href="mailto:planejamento@carmodocajuru.mg.gov.br">planejamento@carmodocajuru.mg.gov.br</a> Endereço: Praça Primeiro de Janeiro, 90 – Centro Telefone: (37) 3244-0700
Superintendência de Meio Ambiente e Fiscalização Email: <a href="mailto:simma@carmodocajuru.mg.gov.br">simma@carmodocajuru.mg.gov.br</a> Endereço: Praça Presidente Vargas nº 8 Telefone: (37) 3244-1246

<b>Pará de Minas</b>
Secretaria de Agronegócio, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente Secretário: Kenede Antônio dos Reis E-mail: <a href="mailto:kenedereis@parademinas.mg.gov.br">kenedereis@parademinas.mg.gov.br</a> Telefone: (37) 3233-5878 - ramal 2700 Endereço: Rua Waldemar de Oliveira, 606, Bairro: Santos Dumont / 35660-359 - Pará de Minas
Secretaria da Educação Secretário: Marcos Aurélio dos Santos E-mail: <a href="mailto:marcosaurelio@parademinas.mg.gov.br">marcosaurelio@parademinas.mg.gov.br</a> Telefone: (37) 3231-7836 - ramal 3013 Endereço: Rua Major Fidélis, 91 – Centro   35660-109 – Pará de Minas
Secretaria da Gestão Fazendária Secretário: José Maria dos Santos Júnior E-mail: <a href="mailto:juniorfazenda@parademinas.mg.gov.br">juniorfazenda@parademinas.mg.gov.br</a> Telefone: (37) 3233-5632 / 3233-5635 - ramal 2021 Endereço: Praça Afonso Pena, nº 30 – Centro   35660-013 – Pará de Minas

<b>Carmo da Mata</b>
Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento Maria Ester Ribeiro Teodoro Endereço: Avenida Petrônio de Paulo Câmara, Cohab II, Carmo da Mata, MG Telefone: (37) 3331-9890 E-mail: <a href="mailto:agricultura@carmodamata.mg.gov.br">agricultura@carmodamata.mg.gov.br</a>
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico Claudiana Teixeira da Silva Endereço 1: Praça Presidente Vargas, 190 Endereço 2: Rua Expedicionário José da Cruz, 57, Centro, Carmo da Mata, MG Telefone: (37) 99818-2424 Email: <a href="mailto:desenvolvimentoeconomicocdm@gmail.com">desenvolvimentoeconomicocdm@gmail.com</a> Horário: 08h às 17h
Secretaria Municipal de Educação Francisco Corrêa de Oliveira Endereço 1: Rua Virgílio Silveira, 256, Centro Endereço 2: Rua Virgílio Silveira, 156, Centro, Carmo da Mata, MG Telefone: (37) 3383-1562 / 3383-1737 Email: <a href="mailto:educacao@carmodamata.mg.gov.br">educacao@carmodamata.mg.gov.br</a> Horário: 8h às 17h

<b>Divinópolis</b>
Secretaria da Fazenda Telefone: (37) 3229-8148 Endereço: Av. Paraná, 2601, Bairro: São José - CEP: 35501-170 Horário de Funcionamento: De 12:00 às 18:00
Secretaria Municipal de Educação Telefone (37) 3229-9700 Endereço: R. Minas Gerais, 1474, Bairro: Vila Belo Horizonte - CEP: 35500-007 Horário de Funcionamento: De 12:00 às 18:00

<b>Carmópolis de Minas</b>
Sem Informações

<b>Passa Tempo</b>
Secretaria da Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente Genimere do Carmo Gouvêia e Alvarenga Rua José Luiz Gomes, 80, Centro, Passa Tempo, MG, 35537-000 Telefone: (37) 3335-1103
Secretaria da Educação Letícia Kênia Hipólito e Sousa Rua Evaristo Batista de Souza, 426, Centro, Passa Tempo, MG, 35537-000 Telefone: (37) 3335-1487 Email: <a href="mailto:departpt@yahoo.com.br">departpt@yahoo.com.br</a> Horário de funcionamento: 07:00 às 17:00
Secretaria de Obras Marco Antônio de Moraes Rua Evaristo Batista de Souza, 460, Centro, Passa Tempo, MG, 35537-000 Telefone: (37) 3335-1378 Horário de funcionamento: 07:00 às 16:00

<b>Piracema</b>
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura Secretária: Carolinny Fernandes Lara Endereço: Rua Ouro Preto, Nº 100, Centro Horário de Funcionamento: 08H00 as 16H00 E-mail: <a href="mailto:semagri.piracema@gmail.com">semagri.piracema@gmail.com</a> Telefone: (37) 99817-5744
Secretaria Municipal de Educação Secretária: Ana Paula Gonçalves Resende Endereço: Rua Doutor Andrade, Nº 40, Centro Horário de Funcionamento: 08H00 as 16H00 E-mail: <a href="mailto:educacao@piracema.mg.gov.br">educacao@piracema.mg.gov.br</a> Telefone: (37) 3334-1168
Secretaria Municipal de Administração e Finanças Secretária: Fernanda de Queiroz E Oliveira Dupin Endereço: Praça José Ribeiro de Assis, Nº 42, Sede da Prefeitura Municipal, Centro Horário de Funcionamento: 08H00 as 16H00 E-mail: <a href="mailto:administracaoefinanca@piracema.mg.gov.br">administracaoefinanca@piracema.mg.gov.br</a> Telefone: (37) 3334-1299



Piracema
<p>Secretaria Municipal de Infraestrutura          Secretário: José Henrique Resende          Endereço: Rua Jove de Melo, S/N          Horário de Funcionamento: 06H00 as 16H00          E-mail: <a href="mailto:infraestrutura@piracema.mg.gov.br">infraestrutura@piracema.mg.gov.br</a>          Telefone: (37) 3334-1611</p>

Pitangui
<p>Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura          Kássio Saldanha Lacerda          Endereço: Rua Treze de Maio, Nº 320          Email: <a href="mailto:agricultura@pitangui.mg.gov.br">agricultura@pitangui.mg.gov.br</a>          Funcionamento: 08:00 as 17:00h</p>
<p>Secretaria Municipal de Educação          Helder Alves de Moraes          Telefone: (37) 3271-5368          Endereço: Rua Francisco Borja, nº 20          Email: <a href="mailto:educacao@pitangui.mg.gov.br">educacao@pitangui.mg.gov.br</a>          Funcionamento: 08 as 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Governo          Pedro Rodrigues Ramos          Endereço: Rua Padre Belchior, nº 51, Centro          Email: <a href="mailto:secretariadegoverno@pitangui.mg.gov.br">secretariadegoverno@pitangui.mg.gov.br</a>          Funcionamento: 08 as 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Fazenda          Joseane Ferreira de Faria          Telefone: (37) 99975-7535          Endereço: Rua Padre Belchior, nº 51          Email: <a href="mailto:secretariadefazenda@pitangui.mg.gov.br">secretariadefazenda@pitangui.mg.gov.br</a>          Funcionamento: 08 às 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Administração          Endereço: Rua Padre Belchior, nº 51, Centro          Email: <a href="mailto:administracao@pitangui.mg.gov.br">administracao@pitangui.mg.gov.br</a>          Funcionamento: Segunda à Sexta - De 8h00 às 11h00 - 12h00 às 17h00</p>

Leandro Ferreira
<p>Secretaria Municipal de Educação          Vera Antonia Jacintho          Telefone: (37) 3277-1313          E-mail: <a href="mailto:educacao@leandroferreira.mg.gov.br">educacao@leandroferreira.mg.gov.br</a>          Horário de funcionamento: 08 às 16h</p>
<p>Secretaria Municipal de Agropecuária, Meio Ambiente, Indústria e Comércio          José Geraldo Teixeira          Telefone: (37) 3277-1331          Horário de funcionamento: 08 às 16h</p>
<p>Secretaria Municipal de Obras e Serviços          Danilo José Rodrigues          Telefone: (37) 3277-1331          E-mail: <a href="mailto:departamentodeobras@leandroferreira.mg.gov.br">departamentodeobras@leandroferreira.mg.gov.br</a>          Horário de funcionamento: 08 às 16h</p>

<b>Leandro Ferreira</b>
Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão Daniela Cristina Alves Rodrigues Telefone: (37) 3277-1331 Horário de funcionamento: 08 às 16h

<b>Itatiaiuçu</b>
Secretaria de Meio Ambiente Lucas Lima Andrade Belo Telefones: (31) 3572-1244 / (31) 9 7213-4084 E-mail: <a href="mailto:meioambiente@itatiaiuçu.mg.gov.br">meioambiente@itatiaiuçu.mg.gov.br</a> Endereço: Praça Antônio Quirino da Silva, 404 - Centro Horário de funcionamento: 08:00h às 17:00h
Secretaria de Educação Márcia Cristina dos Anjos Flores Telefones: (31) 2180-1612 / (31) 9 7212-2957 E-mail: <a href="mailto:educacao@itatiaiuçu.mg.gov.br">educacao@itatiaiuçu.mg.gov.br</a> Endereço: Rua Santo Antônio, 12 - Bairro: Robert Kennedy Horário de funcionamento: 08:00h às 17:00h
Secretaria de Fazenda Júlio César Silva Ribeiro Telefones: (31) 3572-1244 / (31) 9 9605-5051 E-mail: <a href="mailto:fazenda@itatiaiuçu.mg.gov.br">fazenda@itatiaiuçu.mg.gov.br</a> Endereço: Praça Antônio Quirino da Silva, 404 - Centro Horário de funcionamento: 08:00h às 17:00h
Secretaria de Administração Marcela Bertuane Carvalho Telefones: (31) 3572-1244 / (31) 9 9076-4194 E-mail: <a href="mailto:administracao@itatiaiuçu.mg.gov.br">administracao@itatiaiuçu.mg.gov.br</a> Endereço: Praça Antônio Quirino da Silva, 404 - Centro Horário de funcionamento: 08:00h às 17:00h

<b>São Sebastião do Oeste</b>
Secretaria Municipal de Educação Secretário: André Luís Meireles Prata Email: <a href="mailto:educacao@saosebastiaodoeste.mg.gov.br">educacao@saosebastiaodoeste.mg.gov.br</a>
Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Agronegócio Vitor Colossal da Silva Email: <a href="mailto:desenvolvimentoagro@saosebastiaodoeste.mg.gov.br">desenvolvimentoagro@saosebastiaodoeste.mg.gov.br</a>
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas Daniela Maria Teixeira Email: <a href="mailto:secambiente@saosebastiaodoeste.mg.gov.br">secambiente@saosebastiaodoeste.mg.gov.br</a>
Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura Urbana Ademar Francisco Eloi Email: <a href="mailto:secobras@saosebastiaodoeste.mg.gov.br">secobras@saosebastiaodoeste.mg.gov.br</a>

<b>Igaratinga</b>
Secretaria de Infraestrutura, Meio Ambiente e Serviços Urbanos Edson Junio Guimarães Endereço: Praça Manuel de Assis, 272, Centro

Igaratinga
<p>Telefone: (37) 3246-1150  Email: <a href="mailto:obras@igaratinga.mg.gov.br">obras@igaratinga.mg.gov.br</a>  Funcionamento: segunda-feira a sexta-feira das 7h às 16h</p>
<p>Secretaria de Educação  Delma Henriques Moreira de Almeida  Endereço: Rua Praça Manuel de Assis - Bairro Centro  Telefone: (37) 3246-1345  Email: <a href="mailto:sme@igaratinga.mg.gov.br">sme@igaratinga.mg.gov.br</a>  Funcionamento: segunda-feira a sexta-feira das 8h às 17h</p>
<p>Secretaria de Administração e Planejamento  Lukas Henriques Alves  Endereço: Praça Manuel de Assis, 272, Centro  Telefone: (37) 3246-1134  Email: <a href="mailto:administracao@igaratinga.mg.gov.br">administracao@igaratinga.mg.gov.br</a>  Funcionamento: segunda-feira a sexta-feira das 8h às 17h</p>

São Gonçalo do Pará
<p>Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente  Cristiano Eduardo Borba</p>
<p>Secretaria de Educação  Willian de Souza Brito</p>

Nova Serrana
<p>Secretaria Municipal de Educação  Thomás Resende  Telefone: (37) 3226-9049  Endereço: Sala A16, Centro Administrativo  Email: <a href="mailto:educacao@novaserrana.mg.gov.br">educacao@novaserrana.mg.gov.br</a>  Funcionamento: 8h às 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS  José Hermano Oliveira Franco  Telefone: (37) 3226-9018  Endereço: Sala A06, Centro Administrativo  Email: <a href="mailto:meioambiente@novaserrana.mg.gov.br">meioambiente@novaserrana.mg.gov.br</a>  Funcionamento: 8h às 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico - SEDEC  Agnaldo Mendes Cordeiro Cabral  Telefone: (37) 3226-9035  Endereço: Salas B15 e B19, Centro Administrativo  Email: <a href="mailto:desenvolvimento@novaserrana.mg.gov.br">desenvolvimento@novaserrana.mg.gov.br</a>  Funcionamento: 8h às 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Fazenda - SEMFAZ  Daisy Aparecida Moreira  Telefone: (37) 3226-9062  Endereço: Centro Administrativo  Email: <a href="mailto:fazenda@novaserrana.mg.gov.br">fazenda@novaserrana.mg.gov.br</a>  Funcionamento: 8h às 17h</p>
<p>Secretaria Municipal de Administração e Planejamento - SEMAD  Welder Geraldo Gontijo  Telefone: (37) 3226-9014  Endereço: Sala B8, Centro Administrativo</p>



<b>Nova Serrana</b>
Email: <a href="mailto:administracao@novaserrana.mg.gov.br">administracao@novaserrana.mg.gov.br</a> Funcionamento: 8h às 17h

<b>Conceição do Pará</b>
Secretaria Municipal de Agricultura, Indústria e Comércio Raphael Braga Caetano Endereço: Praça Januário Valério. 206 - Centro Horário: segunda à sexta-feira 08:00–17:00 Telefone: (37) 99959-3469
Secretaria Municipal de Educação Alessandra Valadão de Lacerda Email: <a href="mailto:educacao@conceicaodopara.mg.gov.br">educacao@conceicaodopara.mg.gov.br</a> Endereço: Avenida Venero Caetano, 322 - Centro Horário: segunda à sexta-feira 08:00–17:00 Telefone: (37) 98831-6865
Secretaria Municipal de Meio Ambiente Samuel Martins Lara Endereço: Praça Januário Valério. 206 - Centro Horário: segunda à sexta-feira 08:00–17:00 Telefone: (31) 99755-8773
Secretaria Municipal de Obras Públicas Cicero Fernandes de Lacerda Endereço: Praça Januário Valério. 206 - Centro Horário: segunda à sexta-feira 08:00–17:00 Telefone: (37) 98823-7594
Secretaria Municipal de Administração Claúdio Afonso Moreira Endereço: Praça Januário Valério. 206 - Centro Horário: segunda à sexta-feira 08:00–17:00 Telefone: (31) 99619-9094

<b>Onça de Pitangui</b>
Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente Paulo Lúcio Telefone: (37) 3273-1200 Endereço: Praça da Matriz, 38 Bairro: Centro Email: <a href="mailto:agricultura@oncadopitangui.mg.gov.br">agricultura@oncadopitangui.mg.gov.br</a> Funcionamento: De Segunda a Sexta-feira, das 7h às 16h.
Secretaria de Educação Juliana Libéria Leão Telefone: (37) 3273-1133 Ramal: 205 Endereço: Rua Gustavo Capanema, 101 Bairro: Centro Email: <a href="mailto:educacao@oncadopitangui.mg.gov.br">educacao@oncadopitangui.mg.gov.br</a> Funcionamento: De Segunda a Sexta-feira, das 7h às 16h.
Secretaria de Serviços Urbanos e Obras Públicas João Batista da Silva Filho Telefone: (37) 3273-1200 Endereço: Praça da Matriz, 38 Bairro: Centro Email: <a href="mailto:setordeobras@oncadopitangui.mg.gov.br">setordeobras@oncadopitangui.mg.gov.br</a> Funcionamento: De Segunda a Sexta-feira, das 7h às 16h.

Onça de Pitangui
CODEMA - Conselho Municipal de Meio Ambiente Gláucia Aparecida Rodrigues de Oliveira Telefone: (37) 3273-1133 Endereço: Rua Gustavo Capanema, 101 Bairro: Centro Email: <a href="mailto:agricultura@oncadopitangui.mg.gov.br">agricultura@oncadopitangui.mg.gov.br</a> Funcionamento: 7 às 16 horas

#### 4.10 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS NA ÁREA DE INTERESSE

Normalmente, em bacias hidrográficas que possuem planos de recursos hídricos, há uma sobreposição de ações ambientais e de práticas conservacionistas em diversos programas.

Foi identificado um Programa de Conservação Ambiental e Produção de Água, em implementação, na bacia do Rio Pará. Assim como este, certamente há outras ações com objetivos comuns patrocinadas por diversas entidades.

Assim, recomenda-se que tais iniciativas sejam identificadas na etapa de detalhamento deste Programa de PSA, racionalizando esforços e recursos na sua posterior implementação.

#### 4.11 CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO

Conforme mencionado, foram atribuídos prazos às principais etapas a serem conduzidas para a implantação de Projetos de Prestação de Serviços Ambientais.

É importante destacar a incerteza sobre o tempo de fato necessário para as articulações iniciais, pois envolvem um universo de órgãos, instituições e produtores rurais, que possuem as suas próprias dinâmicas. Entretanto, estima-se que seja necessário um prazo de 12 meses para a conclusão da 1ª FASE – Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA).

Já a 2ª FASE – Implementação dos Projetos do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA), terá início logo após a conclusão da fase anterior, propondo-se a celebração de contratos com os provedores dos serviços ambientais (produtores rurais) com prazos de cinco anos, renováveis de acordo com os interesses das partes.

O cronograma físico de execução pode ser visualizado no Quadro 4-18.

Quadro 4-18: Cronograma Físico de Execução

SÍNTESE DAS ETAPAS DE DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE PSA (1ª FASE) E DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PROJETOS (2ª FASE)	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1ª FASE - Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG</b>												
Celebração de Acordo de Cooperação Técnica entre a ANA e a Proponente												
Criação da Unidade de Gestão do Projeto - UGP												
Identificação dos provedores (produtor rural) e beneficiários (sociedade) de serviços ambientais												
Identificação de interessados com disposição a pagar pelos serviços ambientais												
Reuniões de aproximação dos provedores e beneficiários com vistas a estabelecer um mercado para os serviços ambientais (realização de Oficinas Participativas)												
Definição de papéis e responsabilidades												
Elaboração do Diagnóstico sócio ambiental e Projeto Básico												
Estimativa dos valores de referência para os pagamentos relativos aos abatimentos de erosão (VRE)												
Definição do orçamento, do cronograma e das fontes de financiamento para o pagamento dos serviços ambientais												
Identificação de órgãos e entidades públicas, federais, estaduais e municipais, Comitês de bacia, ONGs e outras que possam fornecer insumos que facilitem a implementação das ações (realização de Oficinas Participativas)												
Reunião dos parceiros, incluindo associação de produtores, para definir a estratégia de implementação do projeto (realização de Oficinas Participativas)												
Treinamento das entidades participantes sobre os procedimentos de implantação e certificação												
Lançamento do edital para seleção das propriedades												
Identificação dos produtores interessados												
Elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIPs)												
Recebimento, análise e seleção das propostas dos produtores (Proponente/ANA)												
<b>2ª FASE - Implementação dos Projetos do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG</b>	Implementação após 12 meses (Contratos com prazos de 5 anos, prorrogáveis).											
Implementação dos projetos												
Instalação de equipamentos de monitoramento hidrológico em pontos estratégicos da bacia												
Certificação do grau de implantação dos projetos												
Pagamento dos valores contratados aos produtores certificados												
Validação da metodologia e dos parâmetros de abatimento de erosão do projeto												



## 4.12 RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Os recursos humanos e materiais necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará estão apresentados no Quadro 4-19 e Quadro 4-20, respectivamente.

**Quadro 4-19: Recursos humanos necessários e respectivas atividades para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG**

PROFISSIONAIS / ATIVIDADES	Engenheiro Agrônomo Sênior	Engenheiro Agrônomo Médio	Especialista em Moderação de Oficinas Participativas	Especialista em Geoprocessamento/SIG	Operador de SIG	Economista	Biólogo	Técnico Agrícola
<b>QUANT.</b>	12	24	6	12	24	8	8	36
<b>UNID</b>	mês	mês	mês	mês	mês	mês	mês	mês
Celebração de Acordo de Cooperação Técnica entre a ANA e a Proponente	X	X						
Criação da Unidade de Gestão do Projeto - UGP	X	X						
Identificação dos provedores (produtor rural) e beneficiários (sociedade) de serviços ambientais	X	X		X	X	X	X	X
Identificação de interessados com disposição a pagar pelos serviços ambientais	X	X				X		
Reuniões de aproximação dos provedores e beneficiários com vistas a estabelecer um mercado para os serviços ambientais (realização de Oficinas Participativas)	X	X	X			X	X	X
Definição de papéis e responsabilidades	X	X				X	X	
Elaboração do Diagnóstico sócio ambiental e Projeto Básico	X	X		X	X	X	X	X
Estimativa dos valores de referência para os pagamentos relativos aos abatimentos de erosão (VRE)	X	X				X	X	
Definição do orçamento, do cronograma e das fontes de financiamento para o pagamento dos serviços ambientais	X	X				X	X	
Identificação de órgãos e entidades públicas, federais, estaduais e municipais, Comitês de bacia, ONGs e outras que possam fornecer insumos que facilitem a implementação das ações (realização de Oficinas Participativas)	X	X	X			X	X	
Reunião dos parceiros, incluindo associação de produtores, para definir a estratégia de implementação do projeto (realização de Oficinas Participativas)	X	X	X			X	X	X

PROFISSIONAIS / ATIVIDADES	Engenheiro Agrônomo Sênior	Engenheiro Agrônomo Médio	Especialista em Moderação de Oficinas Participativas	Especialista em Geoprocessamento/SIG	Operador de SIG	Economista	Biólogo	Técnico Agrícola
Treinamento das entidades participantes sobre os procedimentos de implantação e certificação	X	X				X	X	X
Lançamento do edital para seleção das propriedades	X	X				X	X	
Identificação dos produtores interessados	X	X		X	X		X	X
Elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIPs)								
Recebimento, análise e seleção das propostas dos produtores (Proponente/ANA)	X	X		X	X	X	X	

Observação: a atividade de elaboração dos projetos individuais das propriedades (PIPs) será de responsabilidade da Assistência Técnica.

#### Quadro 4-20: Recursos materiais necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na Bacia Hidrográfica do Rio Pará/MG

Recursos Materiais	Quantidade	Unidade
Caminhonete 4x4 com combustível p/1.000 km/mês	24	mês
Motocicleta Honda NXR 160 BROS com combustível p/1.000 km/mês	36	mês
Escritório Local equipado	12	mês
Notebook	6	unidade
Licença ArcGIS	1	unidade
Viagens p/ BH e BSB c/ hospedagem e alimentação p/ 5 dias	12	unidade
Projektor Multimídia com Tela	1	unidade
Aparelho GPS Garmin	6	unidade
Celular/Câmera Fotográfica	6	unidade

### 4.13 ESTIMATIVA DE CUSTOS

A estimativa dos custos associados está dividida em três etapas, conforme descrito a seguir.

Estimativa de custos dos serviços de consultoria para a elaboração do detalhamento e implementação da 1ª Fase do Programa de PSA, tendo por base este documento, preferencialmente já discutido com a equipe técnica da Agência Nacional de Águas, comitês de bacia hidrográfica, órgãos estaduais de recursos hídricos e meio ambiente; e demais instituições intervenientes.

Esta estimativa está apresentada no Quadro 4-21 e totaliza R\$ 4.067.139,51.

**Quadro 4-21: Estimativa de custos dos serviços de consultoria para a elaboração do detalhamento e implementação da 1ª Fase do Programa de PSA**

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>Recursos Humanos</b>				
1.1	Engenheiro Agrônomo Sênior	12	mês	36.498,88	437.986,56
1.2	Engenheiro Agrônomo Médio	24	mês	32.593,44	782.242,56
1.3	Especialista em Moderação de Oficinas Participativas	6	mês	20.775,04	124.650,24
1.4	Especialista em Geoprocessamento/SIG	12	mês	38.765,76	465.189,12
1.5	Operador de SIG	24	mês	27.644,32	663.463,68
1.6	Economista	8	mês	26.928,00	215.424,00
1.7	Biólogo	8	mês	21.609,28	172.874,24
1.8	Técnico Agrícola	36	mês	9.576,16	344.741,76
<b>2</b>	<b>Recursos Materiais</b>				
2.1	Caminhonete 4x4 com combustível p/1.000 km/mês	24	mês	12.884,34	309.224,16
2.2	Motocicleta Honda NXR 160 BROS com combustível p/1.000 km/mês	36	mês	2.537,31	91.343,16
2.3	Escritório Local equipado	12	mês	11.940,30	143.283,60
2.4	Notebook	6	unid.	11.194,03	67.164,18
2.5	Licença ArcGIS	1	unid.	5.223,88	5.223,88
2.6	Viagens p/ BH e BSB c/ hospedagem e alimentação p/ 5 dias	12	unid.	14.552,24	174.626,88
2.7	Projeto Multimídia com Tela	1	unid.	2.537,31	2.537,31
2.8	Aparelho GPS Garmin	6	unid.	8.955,22	53.731,32
2.9	Celular/Câmera Fotográfica	6	unid.	2.238,81	13.432,86
				<b>TOTAL</b>	<b>4.067.139,51</b>

Evidentemente, para a efetiva contratação, oportunamente, deverão ser solicitados orçamentos detalhados para as empresas de consultoria que prestam serviços desta natureza.

Já a estimativa precisa dos recursos necessários para o pagamento aos produtores pela prestação dos serviços ambientais previstos para a 2ª Fase do Programa será um dos resultados da própria implementação da sua 1ª Fase, considerando a metodologia preconizada no item 4.3.4 – Pagamentos aos Produtores, do Manual Operativo do Programa Produtor de Água/ANA.

Entretanto, visando avaliar de forma preliminar a sua ordem de grandeza, utilizou-se como referência o Valor Adicionado Bruto pela Agropecuária no Estado de Minas Gerais.

O Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária é a medida do valor que a atividade agropecuária adiciona à economia, antes de considerar os impostos e subsídios. Representa a riqueza criada pela agropecuária, descontando os custos dos bens e serviços utilizados no processo produtivo.

Este é um indicador da renda média obtida na totalidade da área das propriedades rurais de Minas Gerais. Logo, o seu valor unitário define a renda média obtida pelos produtores por hectare, considerando diversas atividades agropecuárias.

O valor obtido foi de R\$ 1.579,54/ha/ano para o Estado de Minas Gerais, conforme pode ser visualizado no Quadro 4-22.



**Quadro 4-22: Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária no Brasil e em Minas Gerais**

Referência	Brasil	Minas Gerais	Fontes
Número de Estabelecimentos	5.073.324	607.557	IBGE - Censo Agropecuário (2017)
Área dos Estabelecimentos (ha)	351.289.816	38.168.688	
Área Média dos Estabelecimentos (ha)	69,2	62,8	
Valor Adicionado Bruto pela Agropecuária - Renda Bruta (R\$/ano)	581.342.823.322	60.288.966.977	IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística e Secretarias Estaduais de Governo (2022)
Valor Adicionado Bruto pela Agropecuária (Renda Bruta) R\$/ha/ano	1.654,88	<b>1.579,54</b>	

Em decorrência do valor adotado como referência para o pagamento pela prestação de serviços ambientais, no Quadro 4-23 estão apresentados os montantes de recursos anuais necessários para a remuneração dos produtores, de acordo com o percentual de APPs a recuperar.

**Quadro 4-23: Recursos anuais necessários para a remuneração dos produtores pela prestação de serviços ambientais, conforme o percentual de APPs a recuperar**

APPs a Recuperar		Remuneração pela Prestação de Serviços Ambientais	
%	ha	R\$/ha/ano	R\$/ano
25%	17.793	1.579,54	28.105.168
50%	35.587		56.210.335
75%	53.380		84.315.503
100%	71.173		112.420.670

Fonte: Elaboração própria

No caso da implementação do Programa de PSA na integralidade das APPs em condição crítica, o que é, de fato, um grande desafio, o valor estimado é da ordem de R\$ 112 milhões/ano, pois se tratam de expressivos 71.173 ha.

Outro desafio, conforme abordado a seguir, é a identificação das possíveis fontes de financiamento desse montante de recursos.

#### 4.14 POSSÍVEIS FONTES DE FINANCIAMENTO

As possíveis fontes de financiamento estão relacionadas no Quadro 4-6: Fontes de Recursos, porém, sem excluir qualquer uma das mencionadas, cabe destacar especialmente as empresas de saneamento e de geração de energia elétrica; e o Comitê de bacia, a partir dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água.

Conforme mencionado no Manual Operativo do PPA, os contratos de repasse têm sido utilizados com frequência na transferência de recursos da ANA para implementação de ações de seu programa de revitalização de bacias, o Programa Produtor de Água. Entretanto, a ANA não contribui com recursos financeiros para o pagamento por serviços ambientais, que devem ser aportados por parceiros previamente definidos no âmbito do arranjo organizacional do projeto.

#### 4.15 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

A legislação aplicável é muito ampla, destacando-se os seguintes dispositivos:

- Lei 12.651/2012 (Código Florestal): dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
- Lei nº 14.182/2021: estabelece a exigência de projetos para a revitalização dos recursos hídricos de importantes bacias do país, como o Rio São Francisco e o Rio Parnaíba.
- Decreto nº 10.838/2021: estabelece diretrizes para o planejamento e desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos, bem como definiu as contas do Programa de Revitalização das Bacias Hidrográficas - CPR para as bacias do São Francisco e Parnaíba, e para áreas de influência de reservatórios das usinas hidrelétricas de Furnas. Além disso, determinou as obrigações das Concessionárias de Geração de Energia Elétrica nesse contexto.
- Decreto nº 7.830/2012: Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências.
- Decreto nº 8.235/2014: Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências.
- Resolução ANA Nº 180, de 18 de Janeiro de 2024: aprova as novas diretrizes do Programa Produtor de Água.
- Instrução Normativa 02/2014 do MMA: Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural-CAR.

#### 4.16 BIBLIOGRAFIA RELACIONADA

- Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual Operativo do Programa Produtor de Água / Agência Nacional de Águas. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.
- Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Convênio Nº. 1.93.05.0038-00 CODEVASF – 1ª Superintendência Regional – Sede – Montes Claros – Minas Gerais. Processo Licitatório Nº 02/2006, Tomada de Preços 001/2006. Tese Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.
- Agência Nacional de Águas (Brasil). Detalhamento de Instruções, Diretrizes e Procedimentos para a Prestação de Serviços pela Caixa Econômica Federal - CAIXA, na Condição de Mandatária da União, na Operacionalização de Programas e Ações da Agência Nacional de Águas – ANA, Mediante a Celebração de Contratos de Repasse, para Implementação de Projetos de Revitalização de Bacias Hidrográficas. Brasília: ANA, 2018.

- BAESSO, D.P; CONÇALVES, F.L. Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção. Florianópolis, DER, 2003. 204p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone. 1985, 1990, 2008, 2012.
- PRUSKI, F.F. Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 279p.
- PRUSKI, F.F. et al. Hidros: dimensionamento de projetos hidroagrícolas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 259p.
- Projeto Conservador de Águas – 12 Anos, Paulo Henrique Pereira, edição 2017. Secretaria de Meio Ambiente de Extrema/MG. 188p.
- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul – SEMA/RS. Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê-Inhandava, Relatório Técnico RT-6, Planos de Ação. Magna Engenharia Ltda, Maio/2019. 101p.
- Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Viçosa. Metodologia de Priorização de Áreas para Recuperação Ambiental nas Cabeceiras Seleccionadas das Bacias dos Rios Grande, Paranaíba, São Francisco e Parnaíba.
- Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Lições aprendidas na conservação e recuperação da Mata Atlântica: Sistematização de desafios e melhores práticas dos projetos-pilotos de Pagamentos por Serviços Ambientais / Brasília: MMA, 2013. 84 p.:il. color. 25 cm. (Série Biodiversidade, 45).
- A experiência do Projeto Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pipiripau. Editores: Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Alba Evangelista Ramos – Brasília, DF: Adasa, Ana, Emater, WWF Brasil. 2018. 304 p.: il.
- Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. O uso da análise multicritério para a definição de áreas prioritárias a restauração de Área de Preservação Permanente (APP), no noroeste paulista. Renato Alberto Momesso Franco, Fernando Braz Tangerino Hernandez, Jener Fernando Leite de Moraes. Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios / Fátima Becker Guedes e Susan Edda Seehusen; Organizadoras. – Brasília: MMA, 2011. 272 p.: il. color. ; 29 cm. (Série Biodiversidade, 42).

## 4.17 OUTRAS INFORMAÇÕES

A seguir estão relacionados os anexos ao Manual Operativo do Programa Produtor de Água / ANA, documentos de consulta obrigatória para subsidiar o futuro detalhamento deste Programa.

- Anexo I - Referência para Elaboração de Correspondência que Solicita a Inclusão de Projeto no Programa Produtor de Água da ANA;
- Anexo II - Roteiro Mínimo de Apresentação do Projeto;
- Anexo III - Exemplo de Acordo de Cooperação Técnica entre a ANA e Outras Entidades Parceiras;
- Anexo IV - Exemplo de Regimento Interno de Unidade de Gestão de Projeto – UGP;



- Anexo V - Referência para Elaboração de Edital de Contratação de Projetos Individuais de Propriedades;
- Anexo VI - Estimativa do Percentual de Abatimento de Erosão (P.A.E.);
- Anexo VII - Modelo de Contrato Produtor x Entidade Gestora; e
- Anexo VIII - Orientações Básicas para Execução do Programa de Monitoramento.

Também estão apresentadas em anexo, em meio digital, as planilhas em Excel com o cruzamento das informações da bacia hidrográfica (área de estudo) x municípios x propriedades rurais.

## ***CAPÍTULO 05: DINÂMICA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS RECUPERADAS***

## 5. DINÂMICA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS RECUPERADAS

Neste capítulo iremos abordar a importância do monitoramento das áreas para verificação do sucesso das intervenções nas áreas determinadas.

### 5.1 A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO POR SATÉLITES NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O monitoramento de áreas degradadas consiste na identificação, avaliação e acompanhamento contínuo de regiões impactadas por atividades antrópicas ou eventos naturais. Esse processo abrange a coleta sistemática de dados sobre o solo, a vegetação, a qualidade da água e outros elementos ambientais relevantes.

No contexto da restauração ecológica, o monitoramento das áreas em recuperação é essencial para avaliar a efetividade das ações implementadas, assegurando que as intervenções promovam os resultados esperados e contribuam para a resiliência dos ecossistemas. A verificação do progresso da regeneração natural ou assistida permite ajustes nas estratégias adotadas, otimizando os recursos empregados.

Com o avanço das geotecnologias, métodos de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizados para esse fim. O uso de imagens de satélite – com destaque para as séries Planet – aliado a tecnologias geoespaciais e modelagem computacional, viabiliza análises ambientais contínuas, em alta resolução e em grande escala temporal e espacial. Essas ferramentas possibilitam o monitoramento detalhado das mudanças na paisagem, contribuindo para diagnósticos precisos e a definição de metas realistas para a recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas.

Entre os principais indicadores acompanhados destacam-se o índice de cobertura vegetal, a qualidade do solo, o estado da biodiversidade e a dinâmica dos corpos d'água, que são fundamentais para medir a eficácia das ações restaurativas.

Este relatório técnico apresenta a proposta para o monitoramento de áreas em processo de recuperação, destacando as ferramentas tecnológicas utilizadas, os critérios de avaliação adotados e os indicadores ambientais selecionados para a análise das intervenções executadas.

### 5.2 OBJETIVOS

O monitoramento remoto das áreas recuperadas tem como principais objetivos:

- Acompanhar a evolução da vegetação e uso do solo após a implantação das ações de recuperação ambiental;
- Identificar padrões de regeneração natural e possíveis falhas no processo de recuperação;
- Avaliar a eficiência das técnicas aplicadas para controle da erosão e restauração ecológica;
- Fornecer subsídios para a tomada de decisão em políticas ambientais e gestão territorial.



## 5.3 METODOLOGIA

O monitoramento das áreas recuperadas será realizado por meio da integração de geotecnologias, permitindo uma análise abrangente e contínua da evolução ambiental. As principais ferramentas e técnicas utilizadas incluem:

### 5.3.1 Imagens de Satélite Planet

As imagens da constelação PlanetScope, operada pela empresa norte-americana Planet Labs, fornecem dados de alta resolução espacial e temporal permitindo um acompanhamento detalhado das áreas recuperadas.

A constelação PlanetScope é composta por centenas de pequenos satélites do tipo CubeSat, também conhecido como Dove, medindo cerca de 10x10x30 cm com grande capacidade de captura de imagens multiespectrais. Apesar do tamanho reduzido, esses satélites possuem grande capacidade de captura de imagens multiespectrais, produzindo imagens com atualização diária, o que garante uma cobertura quase contínua das áreas de interesse (PLANET, 2020).

Os sensores embarcados nos satélites capturam imagens com resolução espacial média de 3 a 5 metros por pixel, o que possibilita a identificação de alterações sutis na paisagem, como mudanças na cobertura vegetal, expansão de áreas agrícolas, surgimento de processos erosivos e regeneração de áreas anteriormente degradadas. Além disso, os satélites capturam dados em quatro bandas espectrais: vermelho, verde, azul e infravermelho próximo (NIR), o que permite a geração de diversos índices de vegetação, como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), amplamente utilizado para avaliar a saúde da vegetação e monitorar o progresso da regeneração.

O acesso às imagens Planet pode ser realizado por meio da plataforma online Planet Explorer, disponível no site da empresa, onde usuários autorizados podem visualizar e baixar os dados conforme sua área de interesse. Além disso, instituições acadêmicas, organizações ambientais e órgãos públicos podem estabelecer parcerias ou acessar licenças institucionais para uso em projetos de monitoramento, pesquisa e fiscalização. No Brasil, iniciativas como o Programa de Monitoramento da Cobertura Vegetal do INPE e projetos desenvolvidos em parceria com universidades têm utilizado essas imagens para o controle do desmatamento, a análise da eficiência de projetos de restauração e a elaboração de políticas públicas ambientais (INPE, 2022).

### 5.3.2 Índices de Vegetação

Para avaliar de áreas em processo de restauração ecológica, serão utilizados índices de vegetação derivados de imagens multiespectrais. Esses índices são ferramentas fundamentais para avaliar, de forma objetiva e quantitativa, o desenvolvimento da cobertura vegetal ao longo do tempo, permitindo identificar tendências, padrões de crescimento e eventuais falhas nos processos de recuperação (JENSEN, 2009).

Entre os diversos índices disponíveis, o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é amplamente utilizado e calculado a partir da razão entre as bandas do infravermelho próximo e do vermelho, explorando a diferença de refletância entre vegetação saudável e vegetação degradada ou áreas sem

vegetação, que apresentam comportamento espectral oposto. Valores de NDVI variam geralmente entre -1 e +1, sendo que valores próximos de 1 indicam vegetação densa; próximos a 0 indicam solos, rochas e asfalto; e valores negativos representa nuvens, água e neve (ROUSE *et al.*, 1973).

Além do NDVI, outros índices como o EVI (*Enhanced Vegetation Index*) e o SAVI (*Soil-Adjusted Vegetation Index*) podem ser empregados, especialmente em situações onde há maior interferência do solo exposto ou quando se busca uma sensibilidade maior a áreas com vegetação mais esparsa. O EVI incorpora bandas adicionais, como o azul e parâmetros de correção atmosférica, tornando-se mais sensível a variações sutis em áreas com vegetação densa e menos sujeito à saturação em florestas tropicais (HUETE *et al.*, 2002). Já o SAVI, que introduz um fator de correção do solo na fórmula, tornando-o mais adequado para áreas com baixa cobertura vegetal ou em estágios iniciais de recuperação, onde a influência do solo exposto é significativa (HUETE, 1988).

Outro índice importante no contexto do monitoramento de áreas restauradas é o NDWI (*Normalized Difference Water Index*), utilizado para detectar o conteúdo de umidade da vegetação e a presença de corpos d'água superficiais. O NDWI é particularmente útil para avaliar a disponibilidade hídrica nas áreas restauradas, com o cálculo baseado na razão entre as bandas do verde e do infravermelho próximo, sendo sensível à presença de água em vegetação ou no solo (GAO, 1996).

A aplicação desses índices permite acompanhar a dinâmica da regeneração vegetal e hídrica de forma contínua e com ampla cobertura espacial. Por meio de séries temporais, é possível verificar o progresso da recuperação, comparar diferentes áreas ou metodologias de restauração, e detectar eventuais retrocessos, como desmatamento, queimadas ou estresse hídrico.

### 5.3.3 Sensoriamento Remoto com Drones

As aplicações das aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) ou drones são diversas, como o apoio à agricultura (FURQUIM *et al.*, 2023), aos estudos de estruturas (BEDIN *et al.*, 2020), à segurança pública (PASSOS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2024), ao georreferenciamento de imóveis rurais (FERREIRA *et al.*, 2023), entre tantos outros. Além disso, muitos órgãos ambientais e outros setores da administração pública tem se utilizado dos drones para o apoio de atividades de monitoramento de infrações ambientais como desmatamento e invasões de áreas de APPs (PREFEITURA DE LINHARES, 2024; 3º BABM, 2024; PREFEITURA DE SANTARÉM, 2023; NEOENERGIA, 2021).

O uso de drones representa uma tecnologia amplamente empregada no mapeamento e monitoramento de áreas de estudo. Eles oferecem inúmeras vantagens, especialmente pela capacidade de capturar informações com alto nível de detalhe, como por exemplo:

- Acesso a áreas de risco em que a topografia convencional ou levantamentos geodésicos não seriam possíveis;
- Reduzido custo operacional;
- Menor resolução temporal, ou seja, espaço de tempo entre as imagens;
- Maior resolução espectral das imagens devido à proximidade do sensor ao alvo;
- Menor influência da presença de nuvens.

Ortofotos georreferenciadas, nuvem de pontos, modelos de elevação (superfície e terreno) e modelos 3D são alguns dos resultados possíveis de um levantamento aerofotogramétrico com drones. Se o equipamento possuir um sensor multiespectral é possível obter imagens correspondentes às bandas necessárias para calcular os índices de vegetação, umidade, entre outros. Logo, servem de apoio para o monitoramento das condições da vegetação no local.

Em locais de vegetação densa, os produtos gerados por drone para avaliação do terreno não terão a mesma precisão como em áreas expostas, devido a cobertura da vegetação. Entretanto, a possibilidade de ter sensores LIDAR a bordo do drone pode proporcionar um melhor levantamento em áreas de maior cobertura vegetal. Como as áreas prioritárias possuem baixa cobertura vegetal, os produtos de drone são bem apropriados. Em área de solo visível, o drone pode seguramente ser utilizado (BERGENS E TEIXEIRA, 2018). Além disso, os produtos de drone podem servir de apoio para as técnicas de estabilidade do terreno por fornecer a possibilidade do levantamento topográfico de uma região delimitada (FONSECA, 2023).

#### **5.3.4 Análises Geoespaciais**

O monitoramento será complementado pelo uso de ferramentas de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), que permitem a integração de diferentes camadas de informações espaciais e temporais, viabilizando uma análise abrangente e dinâmica das transformações ocorridas nas áreas em processo de restauração ecológica (BURROUGH; MCDONNELL, 1998). Nesse contexto, o SIG se apresenta como uma ferramenta valiosa para a gestão territorial, especialmente na caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos associados aos fenômenos ambientais (MACHADO *et al.*, 2024).

Entre as principais funcionalidades dos SIG no contexto do monitoramento ambiental, destaca-se a capacidade de organizar, visualizar e analisar dados espaciais, como imagens de satélite, bases cartográficas, informações topográficas, dados climáticos e dados de campo. Essa integração permite não apenas o mapeamento das áreas degradadas e recuperadas, mas também a identificação de padrões espaciais, como fragmentação florestal, proximidade com corpos d'água ou zonas urbanas (SOUZA *et al.*, 2013).

Além disso, o SIG possibilita a sobreposição temporal de camadas, o que é crucial para o acompanhamento de áreas restauradas ao longo dos anos. Por meio da comparação entre imagens de diferentes períodos, é possível avaliar a evolução da cobertura vegetal, identificar áreas com maior ou menor sucesso na regeneração e quantificar as mudanças com precisão. Essa análise espacial e temporal é especialmente relevante para embasar decisões técnicas, redirecionar estratégias de manejo e verificar a efetividade de ações de restauração (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

As plataformas SIG também se destacam por sua acessibilidade, com a disponibilidade de softwares livres e de código aberto, como o QGIS (Quantum GIS), que oferece uma ampla gama de funcionalidades e integração com bancos de dados, imagens de satélite, dados de GPS e drones. Ferramentas baseadas em nuvem, como o Google Earth Engine e o ArcGIS Online, são amplamente utilizadas em projetos que demandam o processamento de grandes volumes de dados, ampliando as possibilidades de análise e suporte à tomada de decisão (GORELICK *et al.*, 2017).



## 5.4 INDICADORES DE AVALIAÇÃO

Os indicadores são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema. Os descritores são aspectos considerados importantes para o funcionamento do sistema e padrão de sustentabilidade por eles idealizado. Para eles deverão ser encontrados indicadores. Os parâmetros são os níveis ou as condições que deverão ser alcançadas ou mantidas para que o sistema seja sustentável. Esses parâmetros deverão ser desenvolvidos e sugeridos por especialistas dos assuntos e dos locais baseados no que é sustentável para o sistema em estudo (DEPONTI *et al.*, 2002).

Levando em consideração as técnicas de monitoramento e os grupos de soluções apresentados como a recomposição vegetal, a estabilidade do terreno e o isolamento, são propostos indicadores e parâmetros para alcançar objetivos relacionados. Existem diversas possibilidades e o Quadro 5-1 apresenta uma sugestão de indicadores que podem ser adotados, priorizando aqueles que podem ser obtidos de maneira remota. Cada parâmetro deve ser adaptado de acordo com as condições do local.

Para o descritivo de mudanças na cobertura vegetal, deseja-se conhecer os estados de evolução da vegetação regenerada na área de estudo. Sendo assim, calculando a variação dos índices NDVI ou EVI, pode-se perceber se a vegetação está crescendo e expandindo ou sendo suprimida. Sugere-se limitar geograficamente as áreas em que houve o replantio, para mais rápido processamento e comparações mais precisas.

Para o descritivo de mudança na cobertura vegetal, deve ser realizada uma construção de séries temporais de imagens de satélite ou de drones classificadas de acordo com o uso do solo. Como cada pixel da imagem recebe sua classificação, eles podem ser utilizados para detectar mudanças entre as duas imagens e assim realizar cálculos sobre a variação e taxa de variação em pontos específicos.

Uma das maneiras de avaliar e quantificar a produtividade vegetal ao longo do tempo de forma remota é através da variação de altura entre modelo digital de superfície (MDS) e modelo digital de terreno (MDT) de uma região. Com essa variação é possível identificar o crescimento de árvores, plantas e mudas, já que o MDS engloba a altura desses elementos e suas características e o MDT apenas contém os dados do terreno. Então pode-se identificar se a cobertura vegetal se expandiu ou está sendo suprimida de alguma forma. Outra maneira de avaliar essa produtividade é integrar aos dados já calculados do NDVI, que reflete a saúde da vegetação. Quanto maior o NDVI, maior tende a ser a produtividade.

A medição da retenção hídrica após as intervenções pode ser calculada através do índice NDWI, que pode indicar mais água na vegetação ou solo úmido – também pode ser integrado com o NDVI. Aumento do NDVI pode refletir melhor cobertura, infiltração e retenção.

Diferentes métodos podem ser utilizados para a identificação de áreas de compactação ou erosão do solo. O NDVI e o NDWI funcionam como indicadores iniciais, pois valores baixos persistentes podem indicar solo exposto e degradação. Outra estratégia é a variação temporal entre MDTs, pois através da variação de volume e de forma de relevo é possível detectar mudanças e ter atributos quantitativos. Além disso, as feições podem ser mapeadas por fotointerpretação, gerando assim um banco de dados com diversas informações para atender o descritivo.

**Quadro 5-1: Quadro de indicadores para avaliação das áreas recuperadas**

DESCRIÇÃO	INDICADOR	PARÂMETROS	FERRAMENTAS
Vegetação regenerada na área de estudo	Variação mensal dos índices NDVI ou EVI em locais de recomposição vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se a variação do NDVI local for positiva a vegetação aumentou, se for negativa, diminuiu.</li> </ul>	Imagens de Satélite Planet; Imagens de drone multiespectral
Mudanças na Cobertura Vegetal	Taxa de mudança de cobertura (%) por ano ou mensal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conversão de classes de uso e cobertura da terra como “solo exposto” ou “pastagem” em “vegetação secundária” ou “mata”</li> </ul>	Imagens de Satélite Planet; Imagens de drone; Inventário
Avaliação da produtividade vegetal ao longo do tempo	Variação da altura da vegetação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtido da subtração do MDS (modelo de superfície) pelo MDT (modelo do terreno).</li> </ul>	Resultado de levantamento de drones: MDS e MDT
	NDVI/EVI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de NDVI - varia de -1 a 1 e reflete a saúde da vegetação.</li> <li>Valores de EVI - mais sensível em áreas densas.</li> </ul>	Imagens de Satélite Planet; Imagens de drone multiespectral
Medição da retenção hídrica após as intervenções	NDWI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de NDWI - pode indicar mais água na vegetação ou solo úmido.</li> </ul>	Planet e/ou drone multiespectral
	NDVI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de NDVI – o aumento pode refletir melhor cobertura, infiltração e retenção.</li> </ul>	Planet e/ou drone multiespectral
Identificação de áreas de compactação ou erosão do solo	NDVI / NDWI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de NDVI/NDWI baixos persistentes podem indicar solo exposto e degradação.</li> </ul>	Planet e/ou drone multiespectral
Identificação de áreas de	Evolução da Estrutura do Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variação de altitudes fora do padrão através da diferença entre MDTs.</li> </ul>	Drones; Processamento de imagens, SIG.

DESCRIÇÃO	INDICADOR	PARÂMETROS	FERRAMENTAS
compactação ou erosão do solo			
Identificação de áreas de compactação ou erosão do solo	Mapeamento das áreas e acompanhamento via Fotointerpretação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapeamento/desenho das feições erosivas, linhas de escoamento, sulcos, solo exposto, vegetação rala, marcas de tratores.</li> </ul>	Satélite ou drone
Comparação da regeneração natural e de áreas plantadas	Persistência da Vegetação	<ul style="list-style-type: none"> <li>NDVI médio anual – mostra o vigor e constância da vegetação.</li> <li>Desvio padrão do NDVI – baixa variação = persistência.</li> <li>Frequência de cobertura verde - % de meses com NDVI alto – persistência sazonal.</li> </ul>	Planet e drone

## 5.5 PLANO DE MONITORAMENTO

A implementação de um plano de monitoramento bem estruturado é essencial para garantir o sucesso das ações de restauração ecológica. Esse processo deve ser conduzido por meio de fases articuladas, que vão desde a coleta sistemática de dados até a interpretação crítica dos resultados e ajustes operacionais. A seguir, são descritas as principais etapas:

### 5.5.1 Coleta de Dados

A coleta de dados é a etapa inicial do monitoramento, podendo ocorrer tanto em campo quanto por meio de tecnologias de sensoriamento remoto e cuja periodicidade dependerá do tipo de dado a ser obtido. Os levantamentos devem começar com um diagnóstico inicial da área, onde se registra a situação anterior à intervenção, servindo como linha de base para o monitoramento das ações de recuperação. Os métodos aplicáveis podem ser:

- Levantamento em campo: Inventário florístico, avaliação de sobrevivência e crescimento das mudas, identificação de espécies invasoras, registros fotográficos e mensuração de parâmetros estruturais (altura, DAP, cobertura).
- Imagens de satélite e drones: Uso de dados PlanetScope, Sentinel-2 ou imagens aéreas georreferenciadas, para acompanhar a cobertura vegetal e variações espectrais ao longo do tempo.
- Levantamento Georreferenciado: Marcação de parcelas permanentes de monitoramento com o uso de receptores GNSS e a organização dos dados espacial com a utilização do SIG.



Em relação a periodicidade, é recomendada que sejam realizadas conforme descrito a seguir:

- Semestral: para imagens de satélite e índices espectrais.
- Anual: para coletas de campo completas.
- Contínua: para observações com sensores automatizados ou imagens de alta frequência.

### **5.5.2 Processamento e Análise**

Nesta fase, os dados brutos coletados são organizados, tratados e interpretados por meio de ferramentas computacionais e estatísticas. O uso de softwares como QGIS, R, Python e Google Earth Engine é fundamental para integrar e analisar os dados. As análises realizadas podem ser:

- Índices de vegetação: Cálculo de NDVI, EVI, SAVI e NDWI para avaliar vigor, biomassa e estresse hídrico da vegetação.
- Avaliação estatística: Taxas de sobrevivência, diversidade de espécies, crescimento médio por espécie ou parcela.
- Geoprocessamento: Geração de mapas temáticos, análise de mudanças temporais e detecção de falhas no plantio.

## **5.6 AVALIAÇÃO E AJUSTES**

Com base nos resultados da análise, é possível verificar se a trajetória da restauração está progredindo conforme os objetivos estabelecidos. Essa avaliação possibilita ajustes estratégicos no manejo da área e devem seguir os seguintes critérios:

- Progresso da cobertura vegetal em relação à meta estabelecida.
- Nível de diversidade florística e funcional.
- Presença de ameaças ou fatores de degradação persistentes.
- Comparação com parâmetros de áreas de referência (controle).
- Feedback contínuo para otimização das estratégias

Em relação aos ajustes operacionais, estes podem incluir:

- Replantio em áreas com falhas de estabelecimento.
- Controle de espécies exóticas invasoras.
- Correção de práticas de manejo (espaçamento, adubação, contenção de erosão).

## 5.7 RESULTADOS ESPERADOS

A condução adequada do plano de monitoramento permite a geração de informações técnicas que asseguram maior transparência, eficiência e sustentabilidade das ações de restauração ecológica. Sendo assim, a implementação deste sistema de monitoramento permitirá:

- Identificação precoce de falhas na recuperação ambiental;
- Otimização dos recursos investidos, evitando desperdícios;
- Tomada de decisão baseada em dados precisos, favorecendo políticas ambientais mais eficientes;
- Maior transparência nos processos de recuperação, fornecendo informações acessíveis a órgãos ambientais e comunidades.
- Melhoria contínua dos processos de restauração com base em evidências.

Além disso, os dados gerados podem ser utilizados em políticas públicas, teses acadêmicas, divulgação científica e capacitação comunitária, contribuindo para o fortalecimento da governança ambiental.

## 5.8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O monitoramento remoto das áreas recuperadas utilizando sensoriamento remoto, drones e sistema de informações geográficas, representa uma abordagem inovadora e eficaz para avaliação contínua das intervenções ambientais. A adoção dessas técnicas garantirá a geração de informações precisas e atualizadas, essenciais para o acompanhamento da cobertura vegetal, identificação de falhas na regeneração, e avaliação da efetividade das ações de recuperação das áreas degradadas.

A utilização de imagens de alta resolução da constelação PlanetScope, aliada a índices como NDVI, EVI, SAVI e NDWI, permite o monitoramento contínuo e quantitativo das transformações na paisagem. Por sua vez, os SIG oferecem uma plataforma robusta para a integração, análise e visualização desses dados, subsidiando a gestão dos projetos e permitindo a adaptação das estratégias conforme os resultados observados.

No contexto brasileiro, iniciativas como o Programa de Monitoramento da Cobertura Vegetal do INPE reforçam a importância da adoção sistemática dessas tecnologias como apoio à gestão ambiental e ao cumprimento das metas de recuperação ecológica.

Recomenda-se que o monitoramento seja mantido por um período mínimo de cinco a dez anos, garantindo um acompanhamento detalhado da regeneração ambiental e possibilitando ajustes nas ações conforme necessário.

## 6. REFERÊNCIAS

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; FELIZARI, S. R.; RUFFATO, A. Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 25 p.

BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de A. Barraginhas: água de chuva para todos. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 56 p. (ABC da Agricultura Familiar, 21).

BEDIN, C.; MATTANA, L. Estado de conservação de fachadas com uso de RPAS (drones). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.1227. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1227>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BENGERS, D. S.; TEIXEIRA, N. N. Avaliação do levantamento planialtimétrico com drone em projetos de terraplenagem. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2018.

BERTOL, I.; MARIA, I. C.; SOUZA, L. S. Manejo e conservação do solo e da água. 1. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2019. 1355 p. ISBN 978-85-86504-25-9.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração florestal. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 1981.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, 2012.

BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. 3º BABM realiza operações policiais com uso de drones: flagrante de desmatamento em Parai. Disponível em: <https://www.brigadamilitar.rs.gov.br/3-babm-realiza-operacoes-policiais-com-uso-de-drones-flagrante-de-desmatamento-em-parai>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. Principles of geographical information systems. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CAMINHOS DA SEMENTE. Guia prático para semeadura direta de espécies nativas. São Paulo: Instituto Socioambiental; Rede de Sementes do Xingu; Copaíba, 2020. Disponível em: <https://caminhosdasemente.org>. Acesso em: 25 jun. 2025.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 3, n. 4, p. 44–52, 2002.

DIÁLOGO FLORESTAL. Restauração ecológica na prática: aprendizados do NEMA/UNIVASF. 2023. Disponível em: <https://dialogoflorestal.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ECOIA – Ecologia e Ação. Boletim de atividades em restauração no Pantanal. 2023. Disponível em: <https://ecoia.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Conservação de solos e água: práticas sustentáveis para a produção agropecuária. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013.

FERREIRA, B. R. de S.; ROSA, D. D. J. Q.; CARMO, J. C. dos S. Uso de RPA (Remotely Piloted Aircraft System) aplicado ao georreferenciamento de imóveis rurais. *Paramétrica*, v. 15, n. 2, 2023. Disponível em: <https://periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/444>. Acesso em: 10 mar. 2025.

FONSECA, L. M. C. da. Sistemas de contenção e drenagem para obras de taludes: processo executivo de um trecho na BR 116. 2023. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2023.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; MORAES, J. F. L. O uso da análise multicritério para a definição de áreas prioritárias à restauração de Área de Preservação Permanente (APP), no noroeste paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013.

FURQUIM, M. G. D. et al. Remotely piloted aircraft systems with RGB camera to map commercial table tomato nurseries. *Mercator*, Fortaleza, v. 22, fev. 2023. DOI: 10.4215/rm2023.e22001i. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/e22001i>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GAO, B. C. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, v. 58, n. 3, p. 257–266, 1996. DOI: 10.1016/S0034-4257(96)00067-3. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3). Acesso em: 10 mar. 2025.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18–27, 2017. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Orgs.). Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011. 272 p. (Série Biodiversidade, 42).

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, v. 25, n. 3, p. 295–309, 1988.

HUETE, A. R. et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, v. 83, n. 1–2, p. 195–213, 2002.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Programa de Monitoramento da Cobertura Vegetal. São José dos Campos, 2022. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Lições aprendidas na conservação e recuperação da Mata Atlântica: sistematização de desafios e melhores práticas dos projetos-pilotos de pagamentos por serviços ambientais. Brasília: MMA, 2013. 84 p. (Série Biodiversidade, 45).

JENSEN, J. R. Remote sensing of the environment: an earth resource perspective. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Restauração ecológica: fundamentos básicos e aplicações. In: GALVÃO, A. P. M. A. (Org.). Conservação e Restauração de Ecossistemas: bases científicas e práticas. São Paulo: Rima Editora, 2000.

LIMA, J. E. F. W.; RAMOS, A. E. (Orgs.). A experiência do Projeto Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pipiripau. Brasília, DF: Adasa; ANA; Emater; WWF Brasil, 2018. 304 p.



LINHARES. Prefeitura usa drones em fiscalizações de infrações ambientais no município. Prefeitura Municipal de Linhares, 19 fev. 2024. Disponível em: <https://linhares.es.gov.br/2024/02/19/prefeitura-usa-drones-em-fiscalizacoes-de-infracoes-ambientais-no-municipio/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MACHADO, G. M. P. N. et al. O uso do geoprocessamento como ferramenta de monitoramento de áreas degradadas. *Engenharias*, v. 28, ed. 130, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.10530714. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10530714>. Acesso em: 10 mar. 2025.

NEOENERGIA. Neoenergia utiliza drones para fiscalizar áreas de proteção ambiental de usinas hidrelétricas. 3 maio 2021. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/w/neoenergia-utiliza-drones-para-fiscalizar-areas-de-protecao-ambiental-de-usinas-hidreletricas>. Acesso em: 10 mar. 2025.

NÚCLEO DE ECOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL (NEMA/UNIVASF). Projeto RE-Habitar Ararinha-azul: cordões em contorno: tecnologia para a conservação do solo e água no semiárido [recurso eletrônico]. Petrolina, PE: UNIVASF, 2022. 30 p. (Projeto RE-Habitar Ararinha-azul, v.2). ISBN 978-85-5322-124-0.

OLIVEIRA, S. C. de et al. Aplicação de geotecnologias no monitoramento de áreas restauradas na Mata Atlântica. *Revista Árvore*, v. 44, n. 1, p. e440111, 2020. DOI: 10.1590/1806-90882020000100011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-90882020000100011>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PASSOS, E. L. dos; KOVALSKI, J. C. A importância da utilização dos drones no âmbito da Polícia Militar do Estado do Paraná. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 6, p. 4317–4332, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i6.14758. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14758>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PLANET. PlanetScope Product Specifications. 2020. Disponível em: [https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/Planet\\_Combined\\_Imagery\\_Product\\_Specs.pdf](https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs.pdf). Acesso em: 10 mar. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTARÉM. Levantamento é realizado em Áreas de Proteção Permanente às margens dos igarapés do Urumari e Irurá. 8 mar. 2023. Disponível em: <https://santarem.pa.gov.br/noticias/meio-ambiente/levantamento-e-realizado-em-areas-de-protecao-permanente-as-margens-dos-igarapes-do-urumari-e-irura-fnmhiu>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PRUSKI, F. F. et al. Hidros: dimensionamento de projetos hidroagrícolas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 259 p.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. Washington, DC: NASA, 1974. (NASA SP-351).

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO SUL – SEMA/RS. Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê-Inhandava: relatório técnico RT-6: planos de ação. Porto Alegre: Magna Engenharia Ltda, 2019. 101 p.

SILVA, A. S. da et al. Uso de drones como ferramentas de monitoramento e combate à violência na Polícia Militar do Estado do Pará. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 13, n. 2, p. e1418, 2024. DOI: 10.23900/2359-1552v13n2-368-2024. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/1418>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SILVA, J. R. C.; DA SILVA, F. J. Eficiência de cordões de pedra em contorno na retenção de sedimentos e melhoramento de propriedades de um solo litólico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21, p. 441–446, 1997.

SOUZA, C. M. Jr. et al. Ten-year Landsat classification of deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing*, v. 5, n. 11, p. 5493–5513, 2013. DOI: 10.3390/rs5115493. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs5115493>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WRI BRASIL. O papel essencial do monitoramento para políticas públicas de restauração no Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ZONTA, J. H. et al. Práticas de conservação de solo e água. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2012. 24 p. (Circular Técnica, 133).

