



Eletrobras



ENGECONSULT

RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE APP HÍDRICAS

CONTRATO N.º 4500082252

Numeração interna: EC 368

Relatório Técnico Propositivo: Rio das Velhas

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	Em resposta ao parecer	T.T.	D.F.
01	21/07/2025	Ajustes 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 DAS VELHAS

ELABORADO: Bárbara Moraes Henrique Morador Vanessa Nunes		VALIDADO: Daniel Fernando Barreto de Andrade Lima		
VERIFICADO: Telma Rocha Torreão		COORDENADOR GERAL: Daniel Fernando Barreto de Andrade Lima ART Nº: PE20251271570 CREA Nº: 1805021702 - RNP		
Nº CONTRATO:	4500082252	DATA:	30/07/2025	PÁGINAS:
CÓDIGO DO DOC:	EC368-RPR-BHVL-R02	REVISÃO:	R02	104

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 das Velhas** 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 Alto Rio das Velhas/MG; e
5. Dinâmica de monitoramento das áreas recuperadas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 ÁREA DE ESTUDO	13
2. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM IMÓVEIS RURAIS	16
2.1 O CADASTRO AMBIENTAL RURAL	16
2.2 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A BACIA DO RIO DAS VELHAS	18
2.2.1 Análise preliminar do CAR	18
2.2.2 Regularização ambiental	18
3. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS E EM PROCESSO EROSIVO DO SOLO	29
3.1 METODOLOGIAS E ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	29
3.2 RECOMPOSIÇÃO DE VEGETAÇÃO	38
3.2.1 Plantio de mudas	39
3.3 INFILTRAÇÃO	43
3.3.1 Terraceamento	44
3.4 RETENÇÃO DE SEDIMENTOS	45
3.4.1 Paliçada	46
3.5 DEGRADAÇÃO DE NASCENTES	47
3.6 ÁREAS DE ACORDO COM AS SOLUÇÕES	48
3.7 CONCLUSÃO	57
4. PROGRAMA DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) EM PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO DAS VELHAS/MG	59
4.1 INTRODUÇÃO	59
4.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA	59
4.3 JUSTIFICATIVA	59
4.4 OBJETIVOS	61
4.5 METAS	61
4.6 SITUAÇÃO ATUAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	61
4.7 METODOLOGIA	67
4.8 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS	75
4.9 CONTATOS DAS PREFEITURAS E RESPECTIVAS SECRETARIAS MUNICIPAIS	77
4.10 INTER-RELAÇÃO COM OS PROGRAMAS DO PDRH RIO DAS VELHAS	81
4.11 CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO	82
4.12 RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS	84
4.13 ESTIMATIVA DE CUSTOS	85
4.14 POSSÍVEIS FONTES DE FINANCIAMENTO	87
4.15 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	88

4.16	BIBLIOGRAFIA RELACIONADA	88
4.17	OUTRAS INFORMAÇÕES.....	89
5.	DINÂMICA DE MONITORAMENTO DAS ÁREAS RECUPERADAS	91
5.1	A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO POR SATÉLITES NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	91
5.2	OBJETIVOS	91
5.3	METODOLOGIA	92
5.3.1	Imagens de Satélite Planet	92
5.3.2	Índices de Vegetação.....	92
5.3.3	Sensoriamento Remoto com Drones	93
5.3.4	Análises Geoespaciais	94
5.4	INDICADORES DE AVALIAÇÃO	95
5.5	PLANO DE MONITORAMENTO.....	97
5.5.1	Coleta de Dados	97
5.5.2	Processamento e Análise.....	98
5.6	AVALIAÇÃO E AJUSTES.....	98
5.7	RESULTADOS ESPERADOS.....	99
5.8	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	99
6.	REFERÊNCIAS.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Localização da área de estudo	14
Figura 2-1: Fluxograma do processo de registro no CAR	17
Figura 2-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 1	21
Figura 2-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 2	22
Figura 2-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 3	23
Figura 2-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 4	24
Figura 2-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 5	25
Figura 2-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 6	26
Figura 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 1.....	32
Figura 3-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 2.....	33
Figura 3-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 3.....	34
Figura 3-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 4.....	35
Figura 3-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 5.....	36
Figura 3-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 6.....	37
Figura 3-7: Exemplo de plantio de mudas	39
Figura 3-8: Exemplo de terraceamento	44
Figura 3-9: Exemplo de paliçada	47
Figura 3-10: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 1	51
Figura 3-11: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 2	52
Figura 3-12: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 3	53
Figura 3-13: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 4	54
Figura 3-14: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 5	55
Figura 3-15: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 6	56
Figura 4-1: Distribuição das APPs em condição crítica segundo os municípios	63
Figura 4-2: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Itabirito	64
Figura 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Nova Lima	65
Figura 4-4: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Ouro Preto.....	65
Figura 4-5: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Raposos	66
Figura 4-6: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Rio Acima.....	66
Figura 4-7: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Total Alto Rio das Velhas	67
Figura 4-8: Fluxograma Básico das Etapas de Implantação dos Projetos de PSA (1ª e 2ª Fases).....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1 - Lista de municípios na área de estudo	13
Quadro 2-1: Situação dos imóveis na base de dados do CAR	17
Quadro 2-2: Prazos das áreas a serem recuperadas no PRA/MG	19
Quadro 3-1: Definição de práticas de manejo e práticas executivas	30
Quadro 3-2: Soluções propostas para Bacia do Rio das Velhas	31
Quadro 3-3: Estágios da vegetação remanescente por área	40
Quadro 4-1: APPs a recuperar inseridas nos municípios do Alto Rio das Velhas	62
Quadro 4-2: APPs a recuperar inseridas no Cadastro Ambiental Rural – CAR e número de propriedades	63
Quadro 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada nos municípios do Alto Rio das Velhas	64
Quadro 4-4: Metodologia de Execução do Programa Produtor de Água / Operação do Programa	68
Quadro 4-5: Estruturação dos Projetos	68
Quadro 4-6: Fontes de Recursos	68
Quadro 4-7: Arranjos Organizacionais – Atribuições da ANA	69
Quadro 4-8: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Proponente (ELETROBRAS)	70
Quadro 4-9: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Órgão ou Entidade Municipal ou Estadual	70
Quadro 4-10: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Assistência Técnica	70
Quadro 4-11: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Agente Financeiro do PSA	71
Quadro 4-12: Arranjos Organizacionais – Atribuições da Unidade de Gestão do Projeto – UGP	71
Quadro 4-13: Arranjos Organizacionais – Atribuições do Produtor Rural Beneficiário	71
Quadro 4-14: Aspectos Técnicos dos Projetos / Seleção de Sub-bacias Hidrográficas	72
Quadro 4-15: Aspectos Técnicos dos Projetos / Pagamento aos Produtores	72
Quadro 4-16: Processo de Habilitação, Seleção e Contratação dos PIPs	73
Quadro 4-17: Processo de Certificação e Monitoramento dos Projetos	73
Quadro 4-18: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Ouro Preto	77
Quadro 4-19: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Itabirito	78
Quadro 4-20: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Nova Lima	79
Quadro 4-21: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Rio Acima	80
Quadro 4-22: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Raposos	81
Quadro 4-23: Programas Propostos no PDRH Rio das Velhas (2015) com Inter-Relação com o Presente Programa de PSA	81
Quadro 4-24: Cronograma Físico de Execução	83
Quadro 4-25: Recursos humanos necessários e respectivas atividades para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/MG	84
Quadro 4-26: Recursos materiais necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/MG	85
Quadro 4-27: Estimativa de custos dos serviços de consultoria para a elaboração do detalhamento e implementação da 1ª Fase do Programa de PSA	86
Quadro 4-28: Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária no Brasil e em Minas Gerais	87
Quadro 4-29: Recursos anuais necessários para a remuneração dos produtores pela prestação de serviços ambientais, conforme o percentual de APPs a recuperar	87
Quadro 5-5-1: Quadro de indicadores para avaliação das áreas recuperadas	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha) nos imóveis CAR	27
Tabela 3-1: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP (ha).....	31
Tabela 3-2: Área (ha) a ser implantada por solução nas áreas degradadas por município	50
Tabela 3-3: Resumo de áreas(ha) por cada solução em todos os municípios	57

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
EQUIPE DE COORDENAÇÃO:		
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
EQUIPE DE EXECUÇÃO:		
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
Wallace Paulo da Silva	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Júnior
Edilberto Mariano da Silva	Execução	Eng. Projetista Hidráulico Júnior
Luciana Soares	Execução	Eng ^a . Projetista Hidráulico Júnior
Ricardo Luis Barreto de Sales	Execução	Hidrólogo Sênior

PROFISSIONAL	NÍVEL DE ATIVIDADE	ATUAÇÃO
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 ^a . Agrícola e Ambiental Sênior
Barbara Albuquerque Branco de Moraes	Execução	Eng ^a . Agrícola e Ambiental Pleno
Vanessa Nunes de Lima	Execução	Eng ^a . 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 ^a . Geotécnica Júnior
Gabriele Ferreira Souza Santos	Execução	Eng ^a . Geotécnica Júnior
Romik Wilson de Assis Júnior	Execução	Eng. Geotécnico Júnior
Juliana Farias Vanderlei Pinto	Execução	Eng ^a . Projetista Estrutural Sênior
Josenaldo Monteiro Fonseca de Araújo	Execução	Eng. Projetista Estrutural Pleno
Amanda Alpiano de Souza	Execução	Eng ^a . Projetista Estrutural Júnior
Karolina Svedese	Execução	Eng ^a . 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
Ingyrd 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 Alto Rio das Velhas, 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

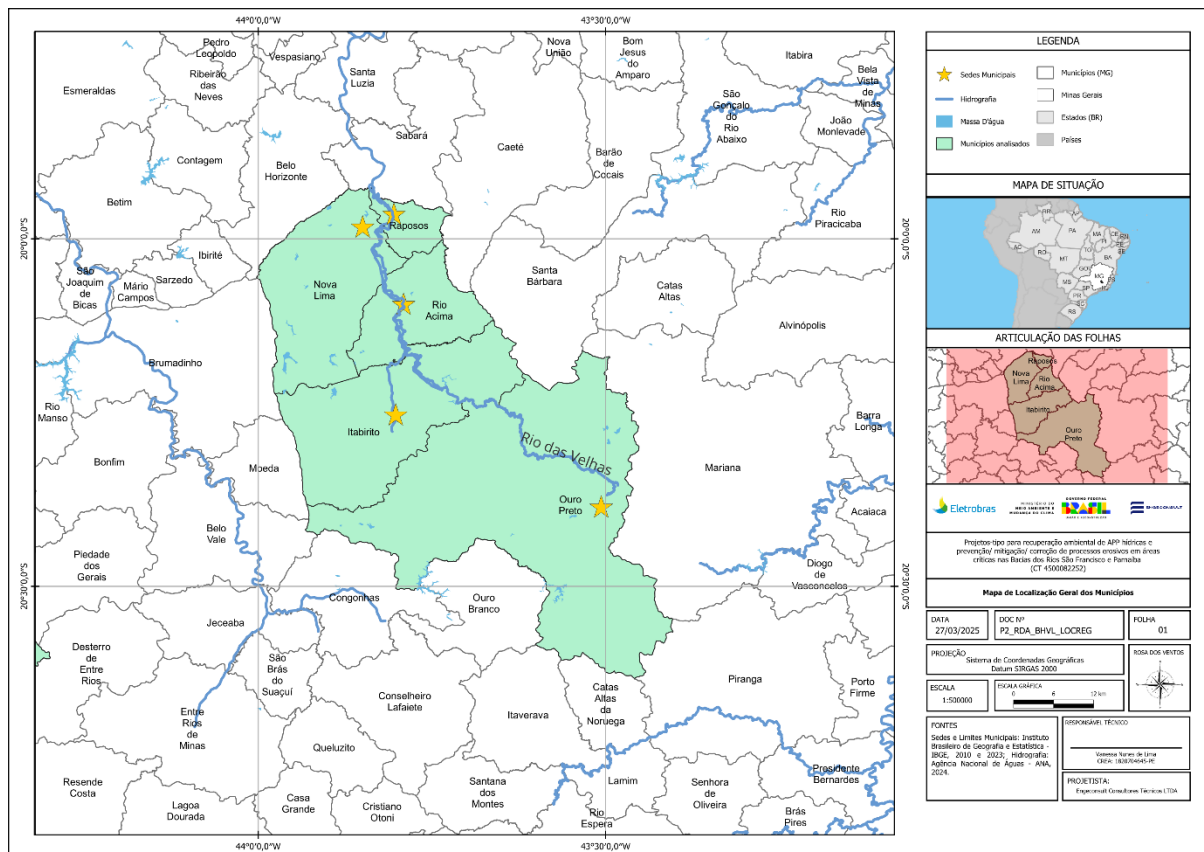
Para facilitar o entendimento, optamos por utilizar os municípios como unidade de referência neste documento. A lista dos municípios objeto desse estudo está no Quadro 1-1 e sua localização pode ser vista na Figura 1-1.

Quadro 1-1 - Lista de municípios na área de estudo

MUNICÍPIOS	ESTADO	BACIA	REGIÃO HIDROGRÁFICA
Raposos Nova Lima Rio Acima Itabirito Ouro Preto	Minas Gerais	Rio das Velhas	Rio São Francisco

O rio das Velhas atravessa a Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte; sua nascente está situada na Serra do Veloso, a 1.100 metros de altitude, próxima de Ouro Preto e percorre 806,8 km até seu encontro com o rio São Francisco pela margem direita. A área delimitada para esse estudo é de extrema importância para recuperação e monitoramento ambiental, pois sofre a pressão econômica da extração mineral. Além disso, o rio das Velhas serve de manancial para o abastecimento público na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 1-1: Localização da área de estudo



Os principais fatores de pressão que afetam a área estão associados ao uso e ocupação do solo, seja pelas atividades industriais e de extração mineral, em especial Ouro Preto, Itabirito e Nova Lima, seja pelo avanço de empreendimentos imobiliários. A extração mineral causa aumento da demanda energética local, supressão vegetal, rebaixamento de lençol freático, além do passivo ambiental dos rejeitos, que são dispostos em barragens. Os empreendimentos imobiliários também trazem a necessidade de ampliação da estrutura viária e aumento do lançamento de esgotos nos corpos hídricos.

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.

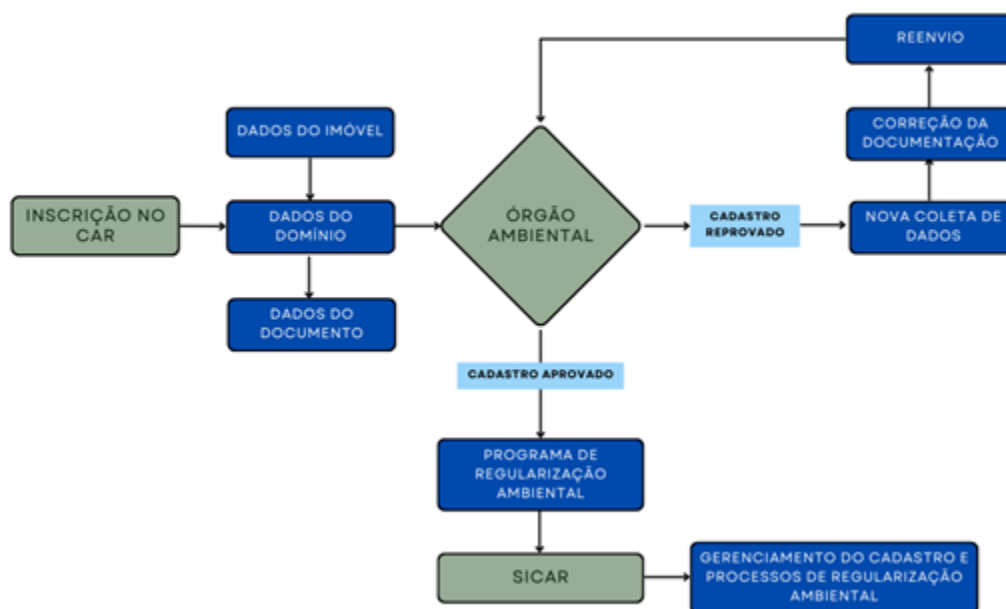
2.1 O CADASTRO AMBIENTAL RURAL

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 APP, Áreas de Uso Restrito (AUR) e Áreas de Reserva Legal (RL).

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). Quase 75% das propriedades cadastradas nos municípios objeto deste contrato ainda aguardam análise e apenas 27 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	217.363,87	74,862%
Analisado, aguardando atendimento a notificação	40.797,65	14,049%
Em análise	16.190,34	5,575%
Cancelado por decisão administrativa	8.274,56	2,849%
Cancelado por solicitação do proprietário/possuidor	20,30	0,007%
Aguardando análise, após revisão ou atendimento da notificação	7.305,70	2,516%
Analisado, aguardando regularização ambiental (Lei n 12.651/2012)	95,07	0,033%
Analisado, em conformidade com a Lei n 12.651/2012, com ativos ambientais	23,15	0,008%
Cancelado por duplicidade	326,14	0,112%
Analisado, em conformidade com a Lei n 12.651/2012	2,57	0,001%

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 DAS VELHAS

Com os dados obtidos, é possível delinear estratégias para 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. Para os municípios de Nova Lima, Raposos, Rio Acima e Itatiaiuçu, é a URFBio Metropolitana, localizada em Belo Horizonte. Já para os municípios de Itabirito; Ouro Preto, o local designado é URFBio Centro-Sul que fica em Barbacena.

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 (≤ 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 das Velhas, 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 foi determinada de acordo com a base de drenagem da Agência Nacional de Águas e Saneamento e posteriormente 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 adensada ou

recomposta por 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 das Velhas, a solução para vegetação é o plantio de mudas em núcleos; 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 a Figura 2-7.

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

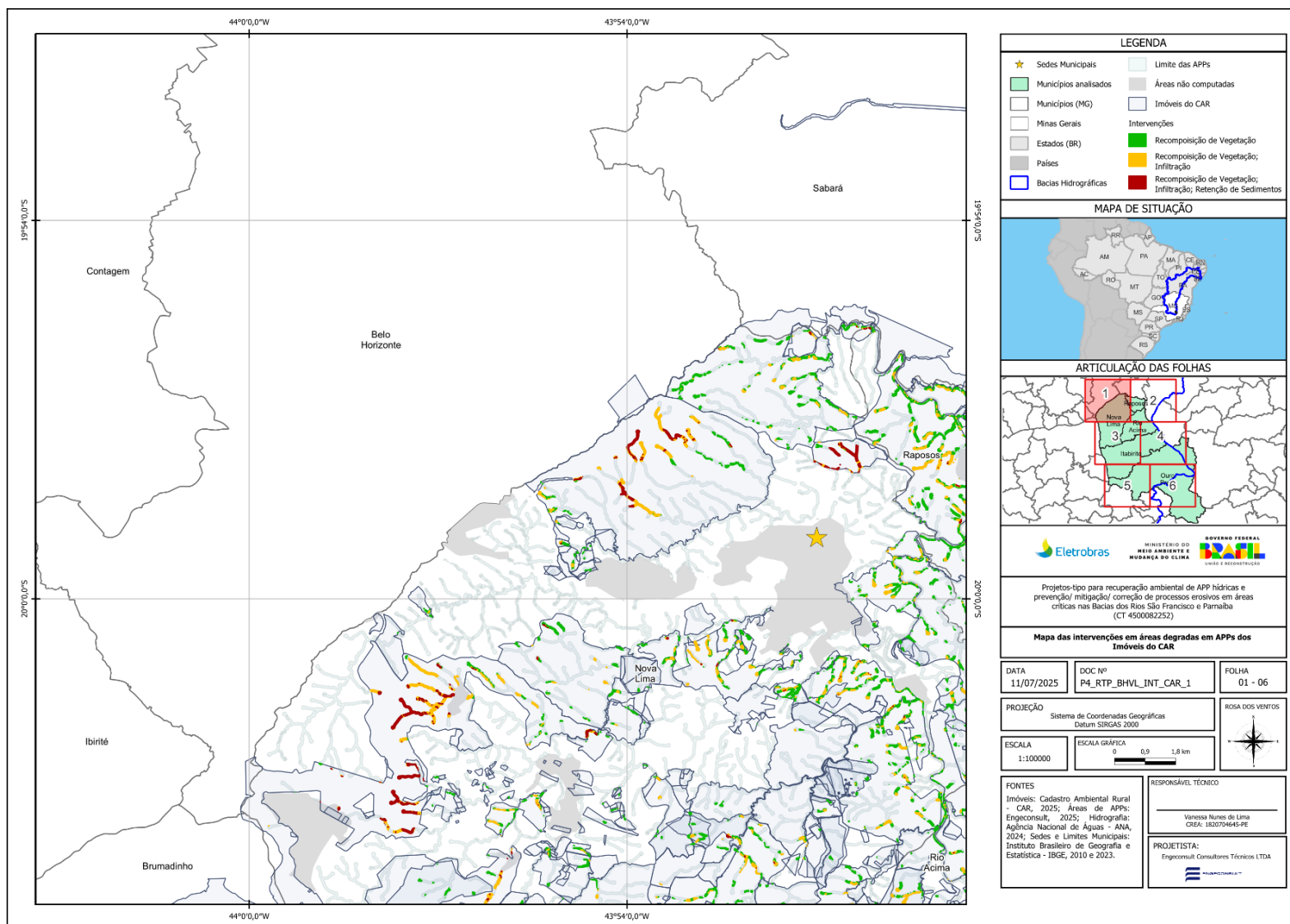


Figura 2-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 2

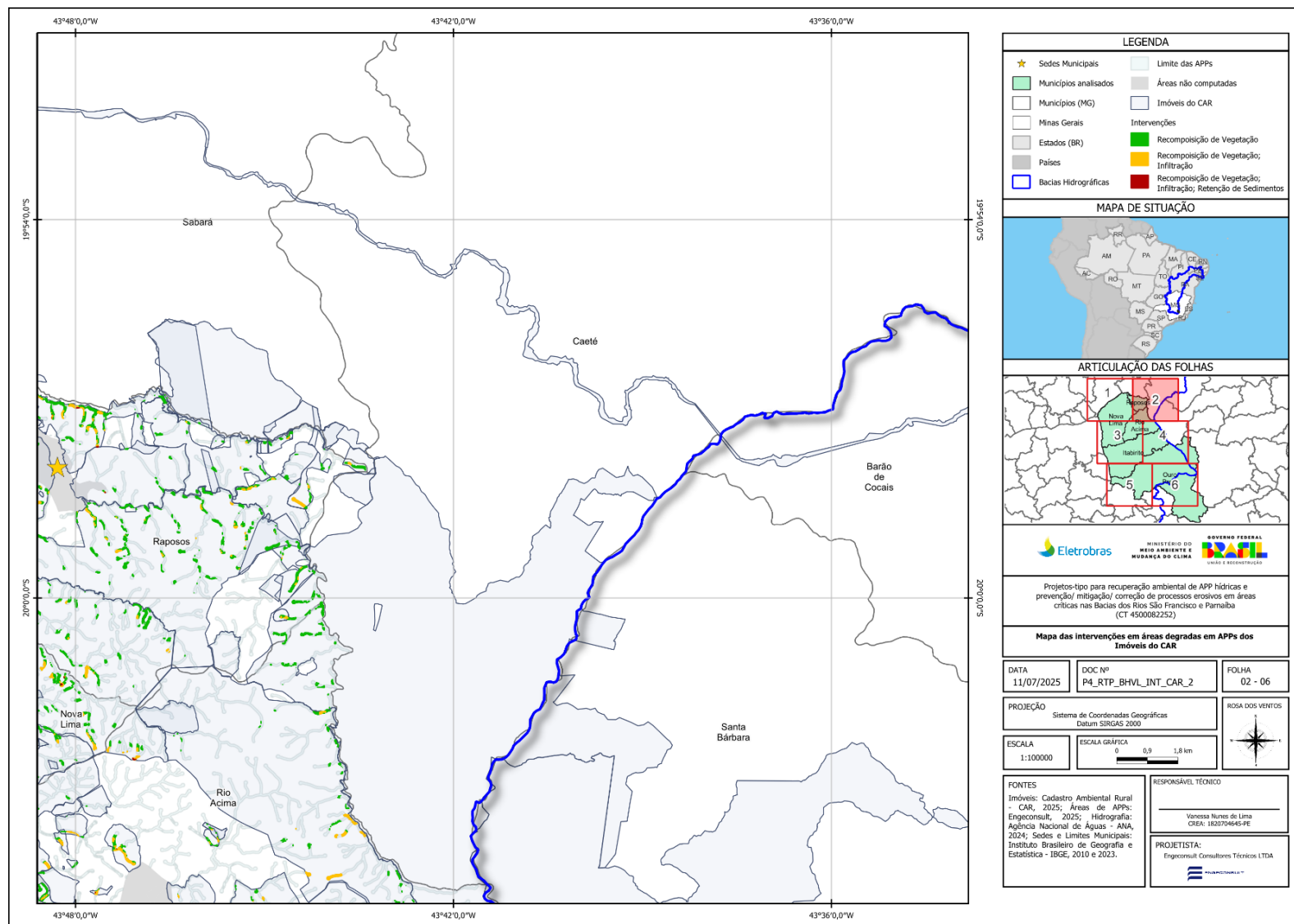


Figura 2-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 3

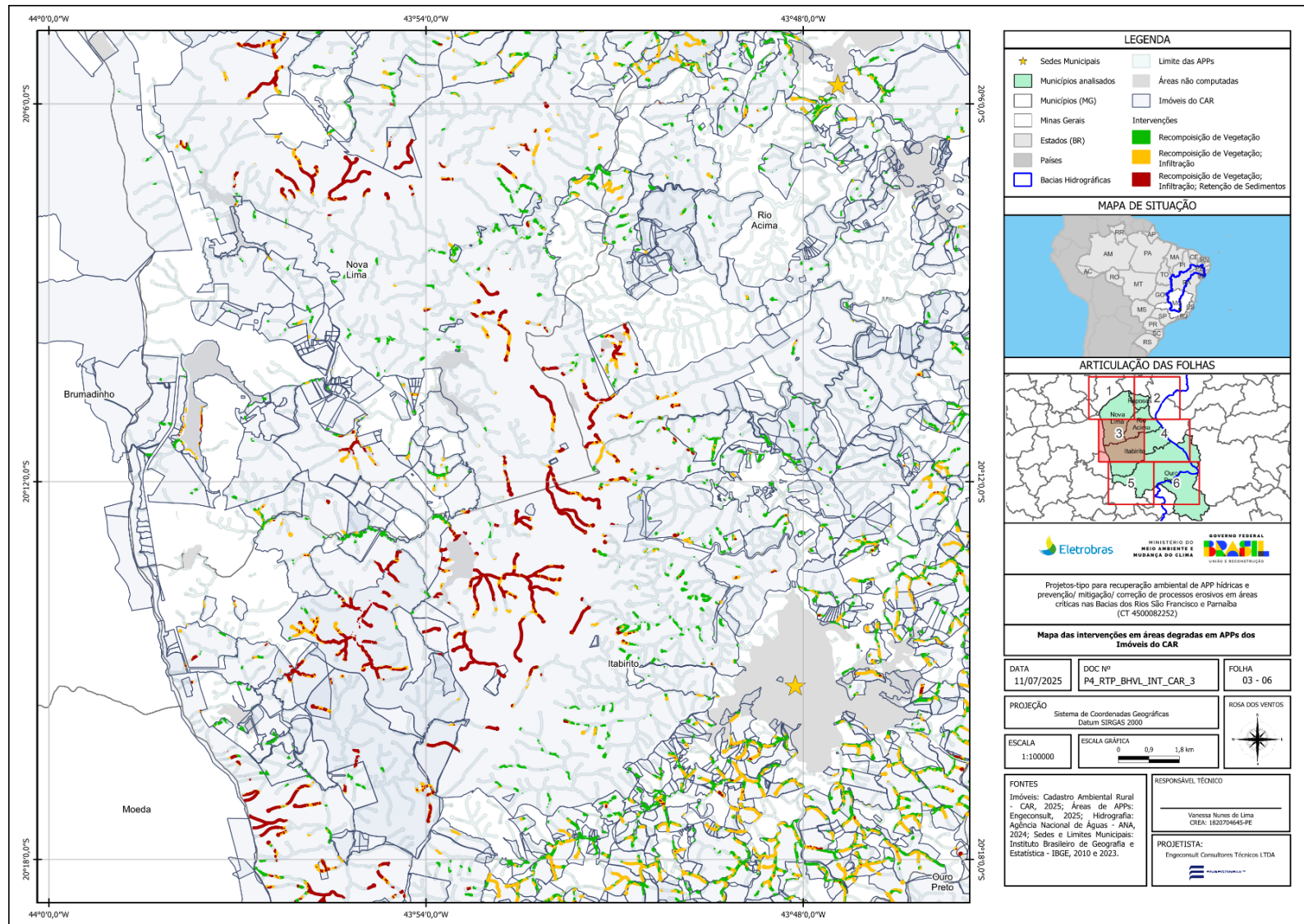


Figura 2-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 4

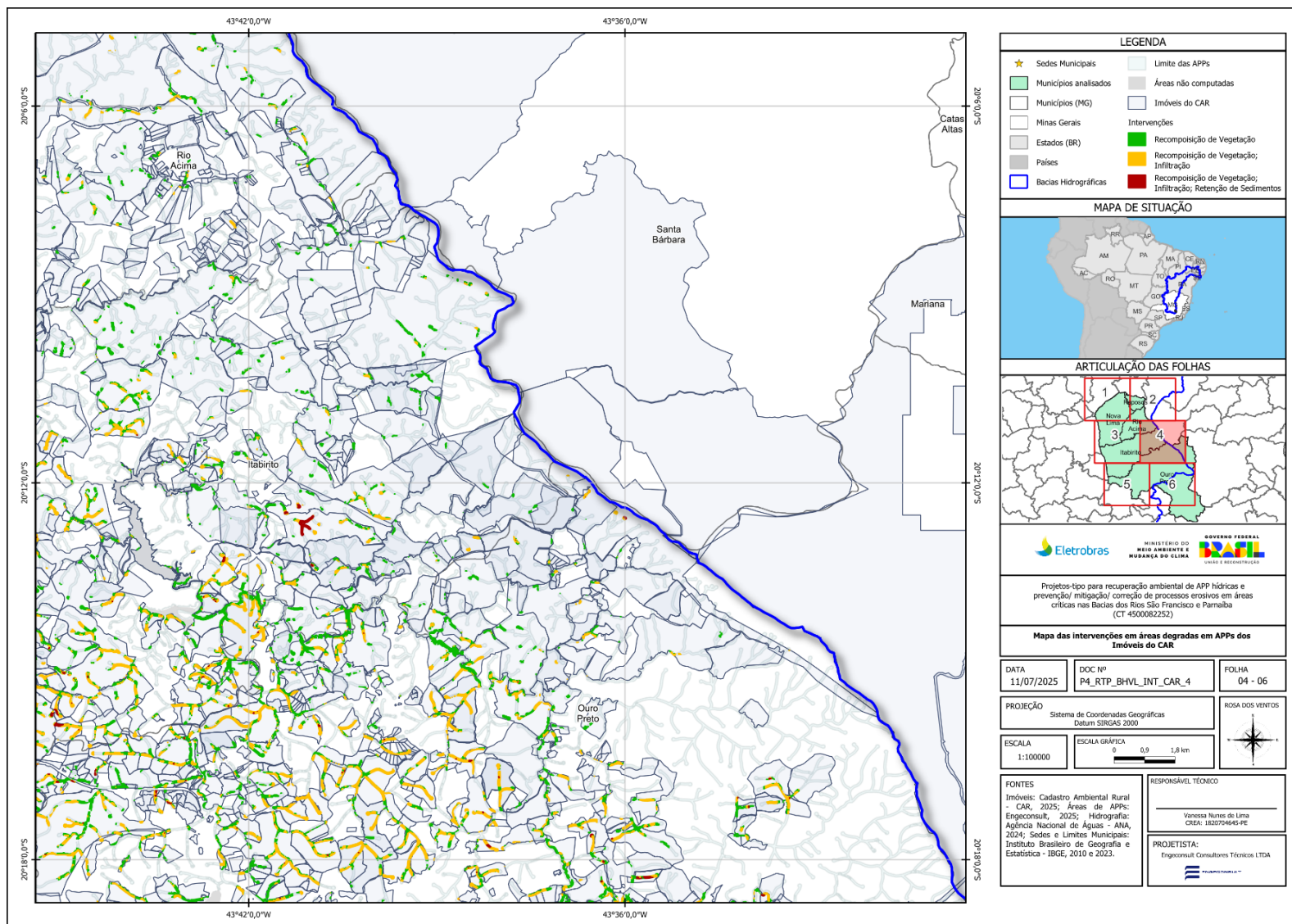


Figura 2-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 5

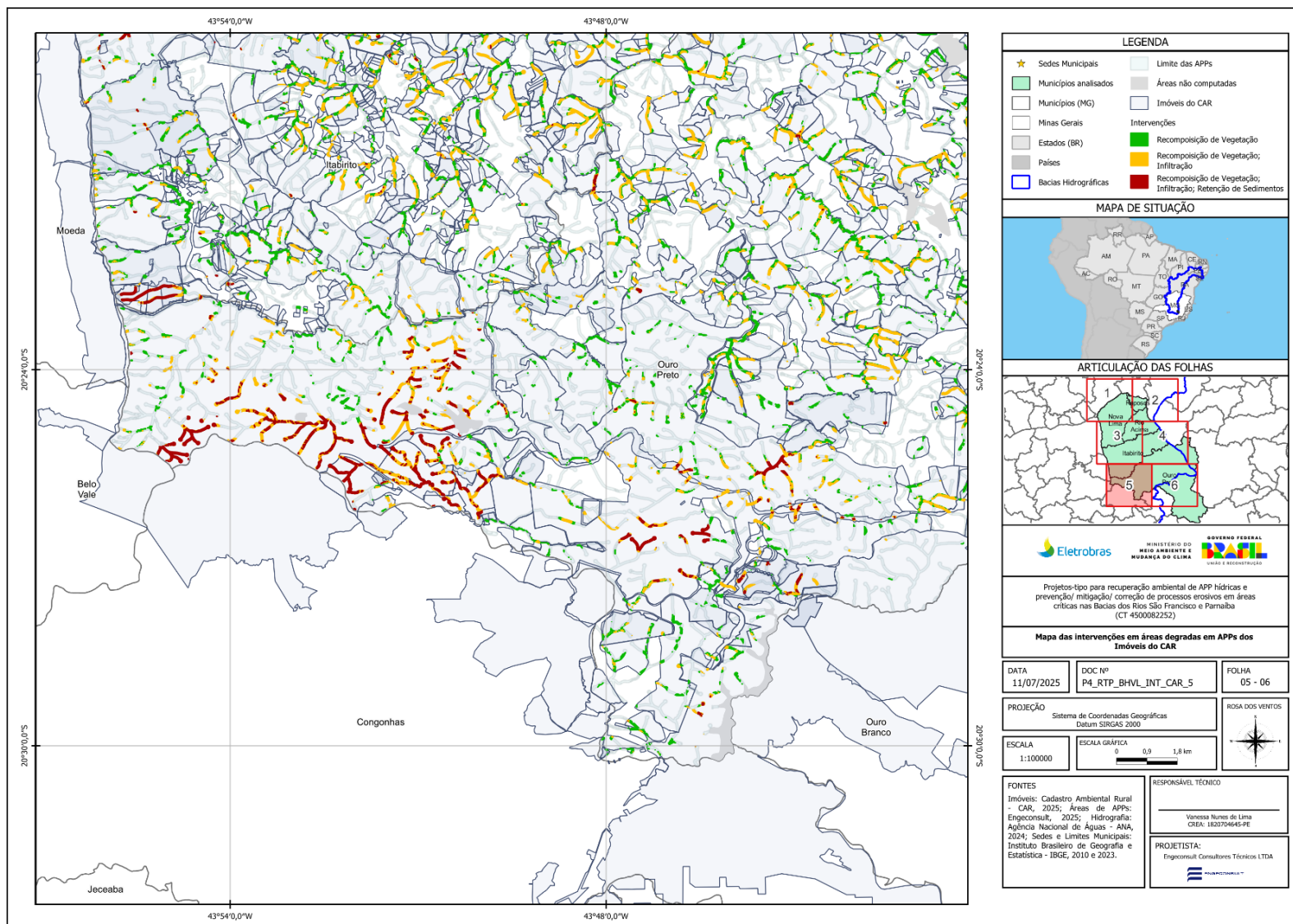
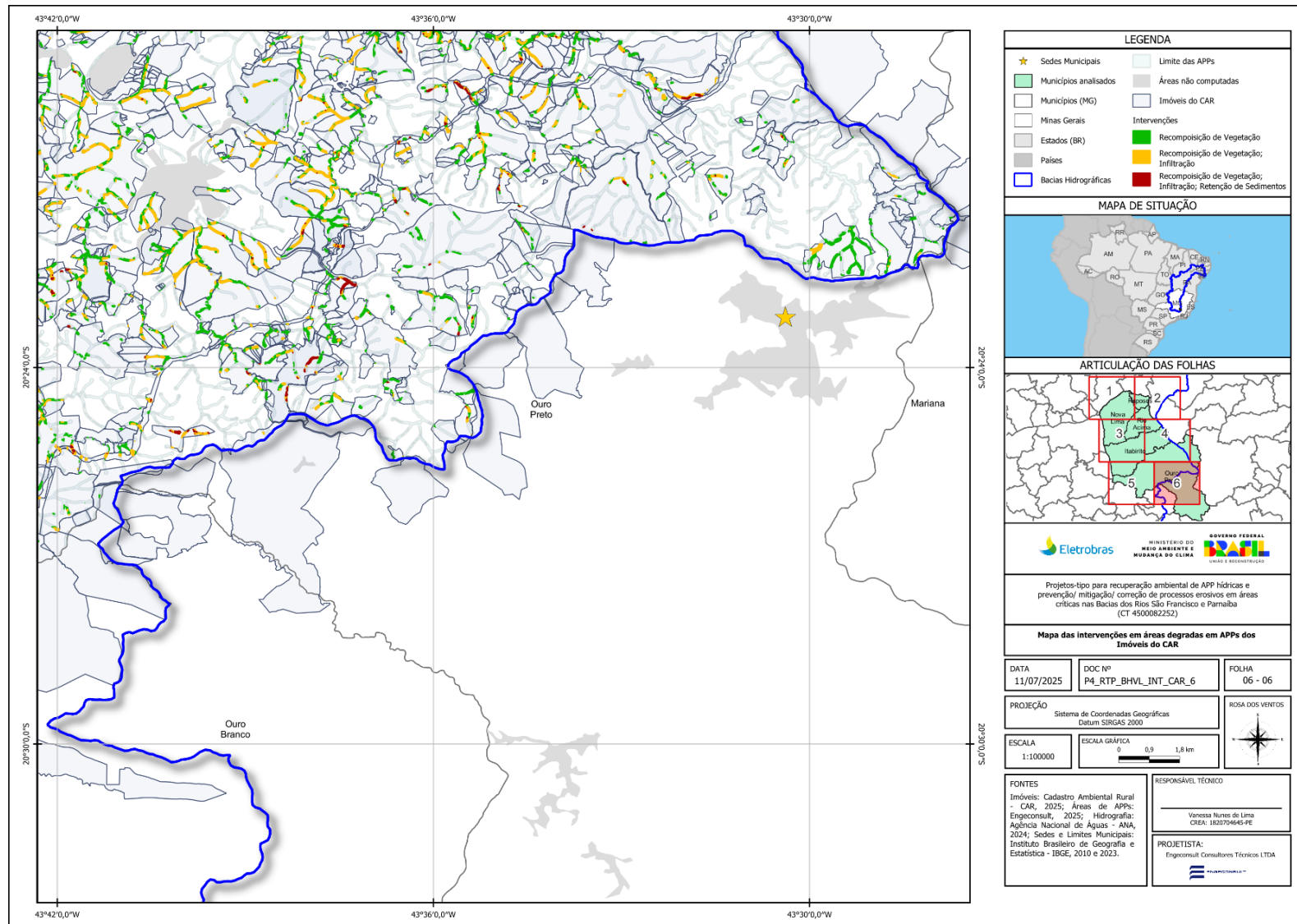


Figura 2-7: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP com delimitações dos imóveis – Folha 6



A APP a ser recuperada nos imóveis cadastrados no CAR dos municípios objeto desse contrato totaliza 5.371,053 hectares, 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-Sul	Itabirito	794,335	674,002	148,632
Metropolitana	Nova Lima	374,983	321,422	289,772
Centro-Sul	Ouro Preto	1.142,232	1.040,533	200,363
Metropolitana	Raposos	142,188	37,832	0,778
Metropolitana	Rio Acima	120,217	79,229	6,662

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 proteção 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 das Velhas, 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
Práticas de manejo	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.
Práticas executivas	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 3-6.

Quadro 3-2: Soluções propostas para Bacia do Rio das Velhas

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO	CATEGORIA	SOLUÇÃO PROPOSTA	OBJETIVO
Suscetível à degradação	Recomposição de Vegetação	Plantio de mudas	Recuperar a cobertura vegetal de forma controlada
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
Itabirito	1210,81	954,83	273,00
Nova Lima	524,08	305,11	194,38
Ouro Preto	1794,08	1476,96	221,57
Raposos	191,42	45,06	0,89
Rio Acima	217,23	122,36	23,48

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

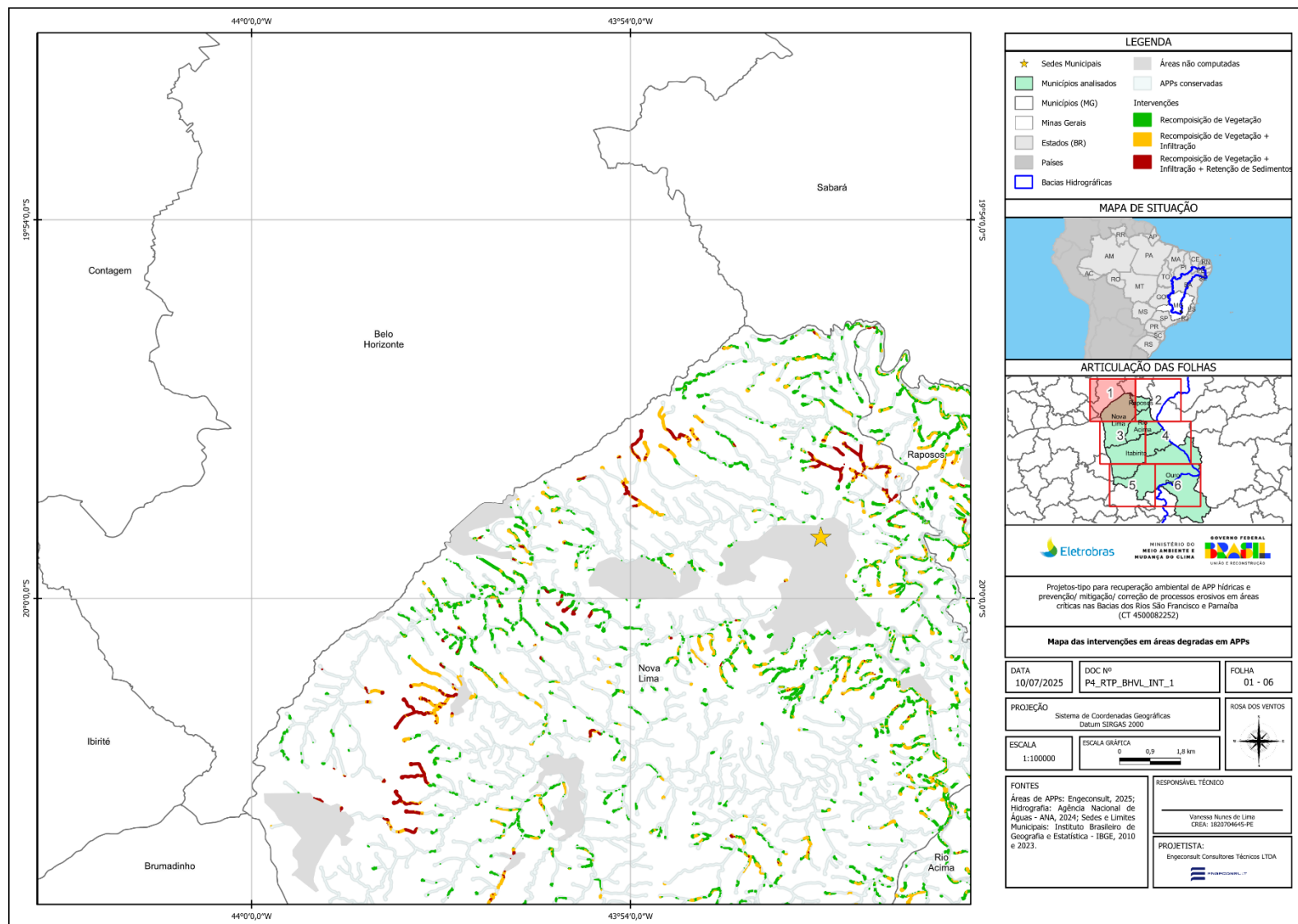


Figura 3-2: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 2

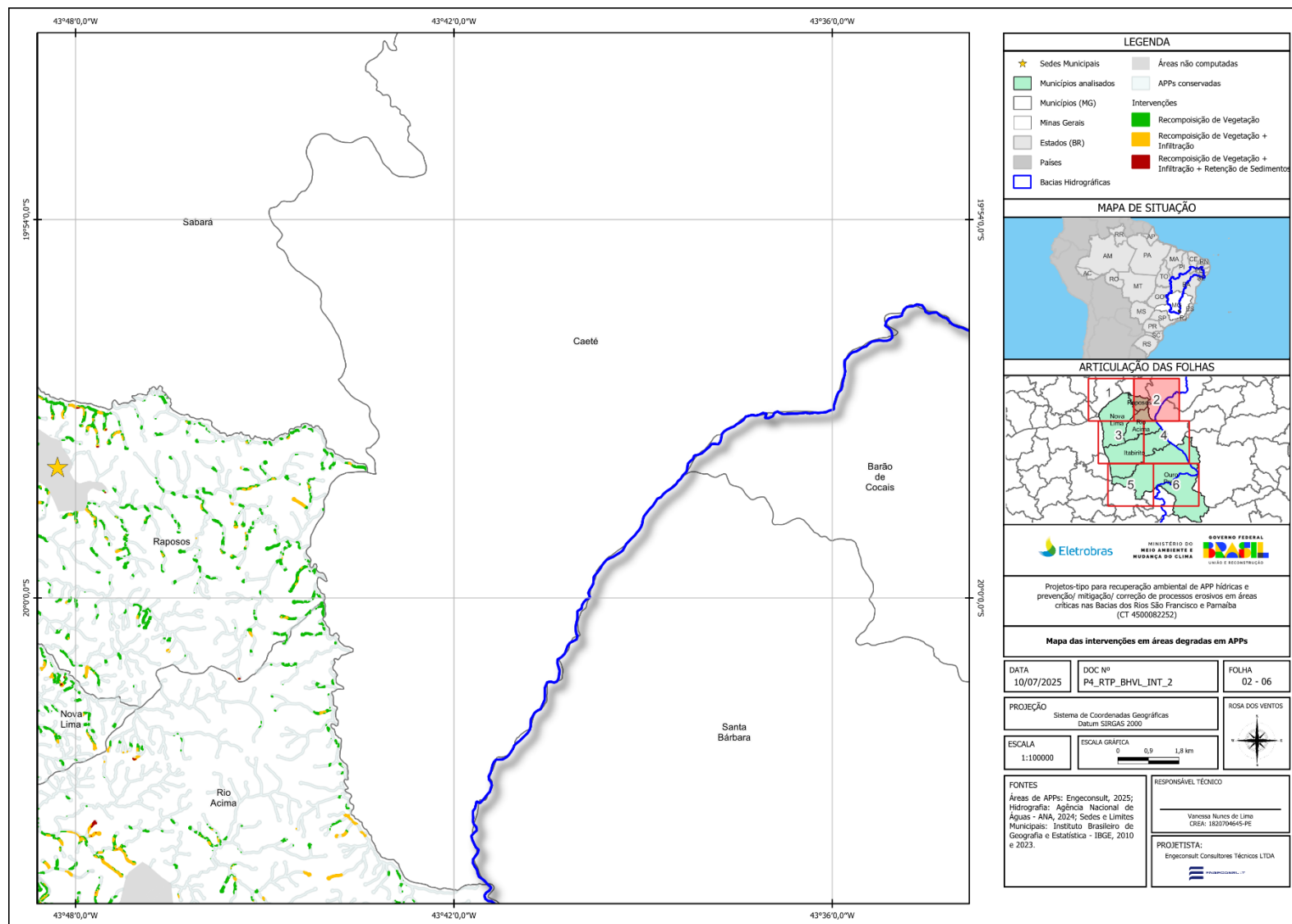


Figura 3-3: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 3

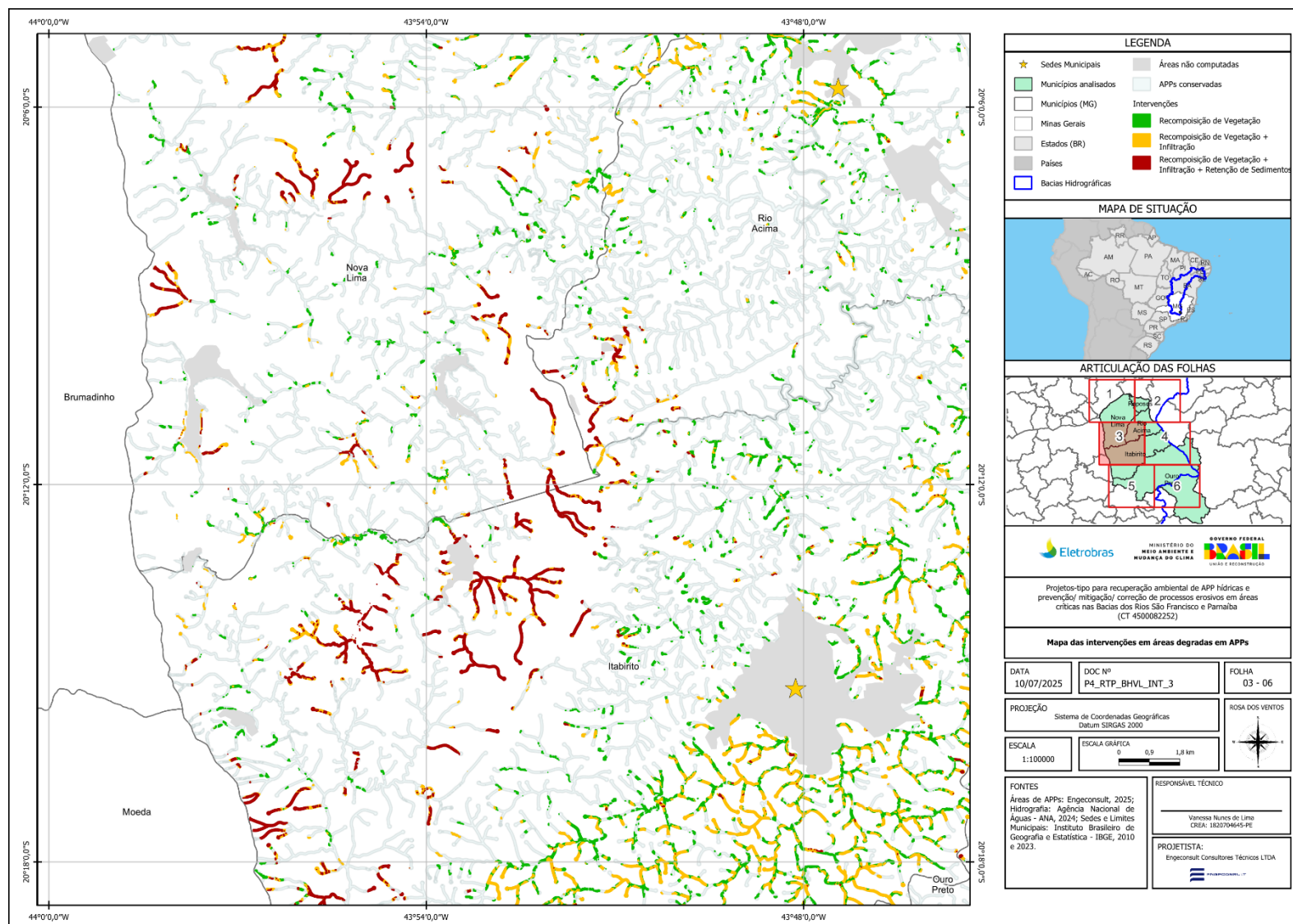


Figura 3-4: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 4

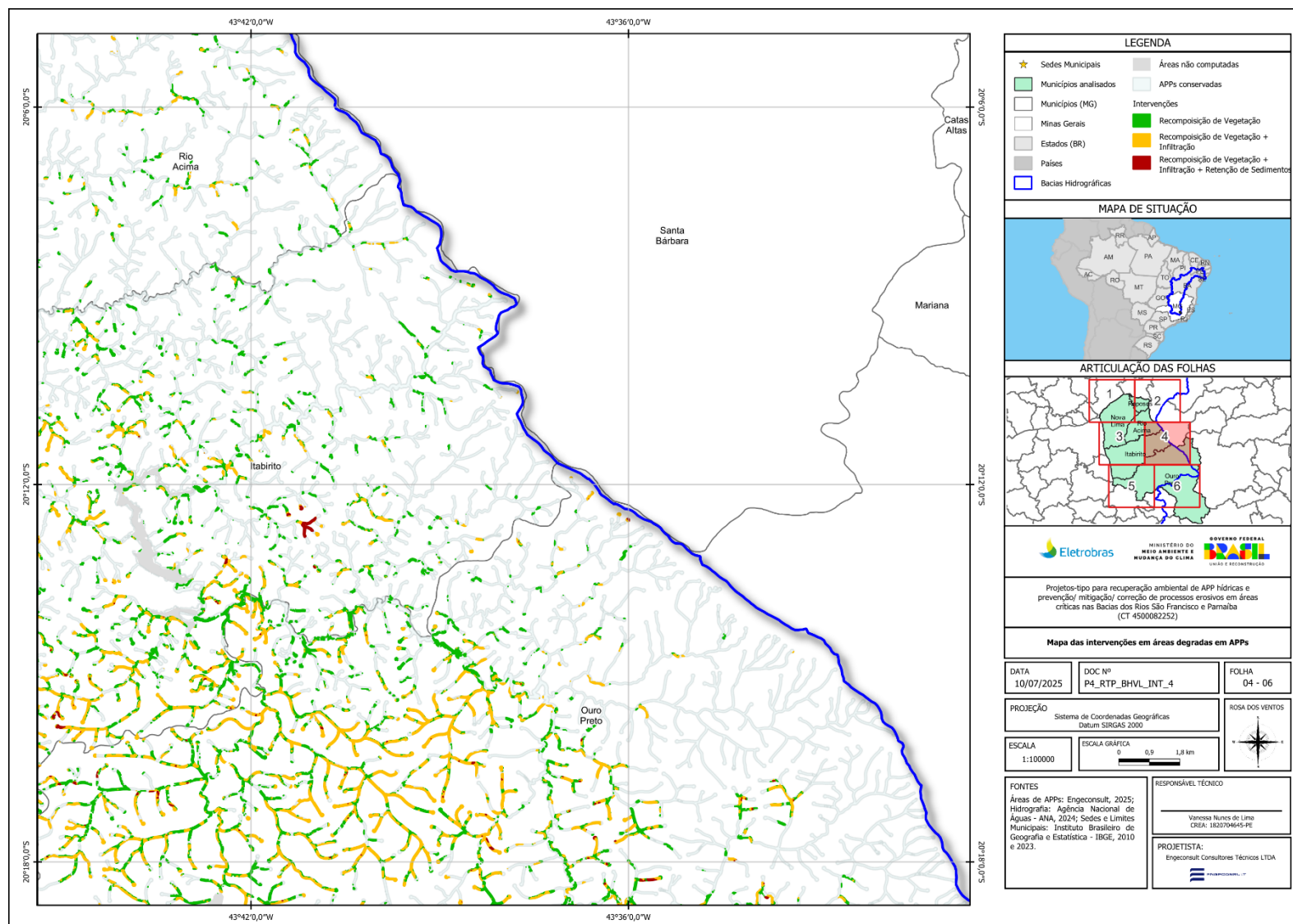


Figura 3-5: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 5

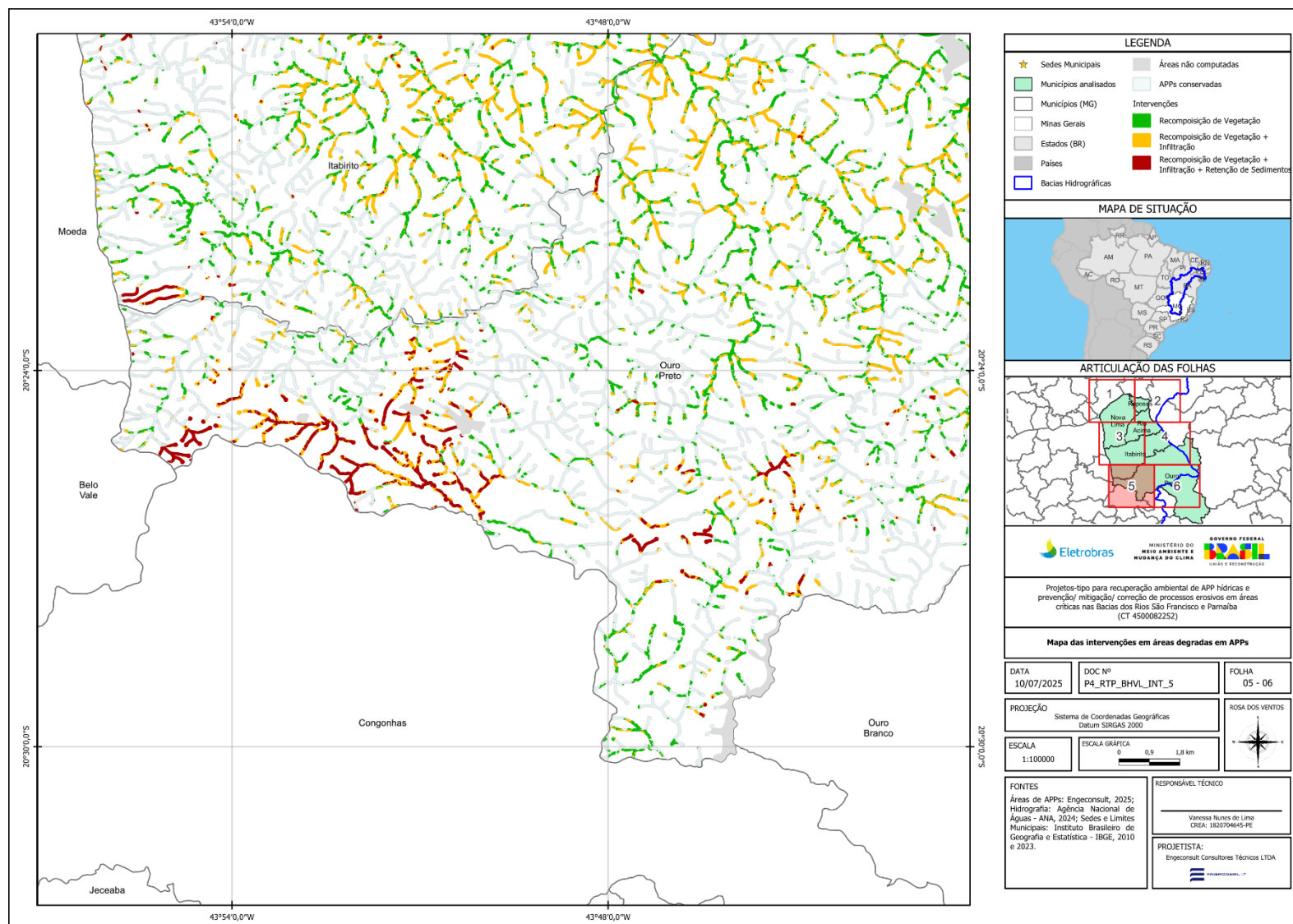
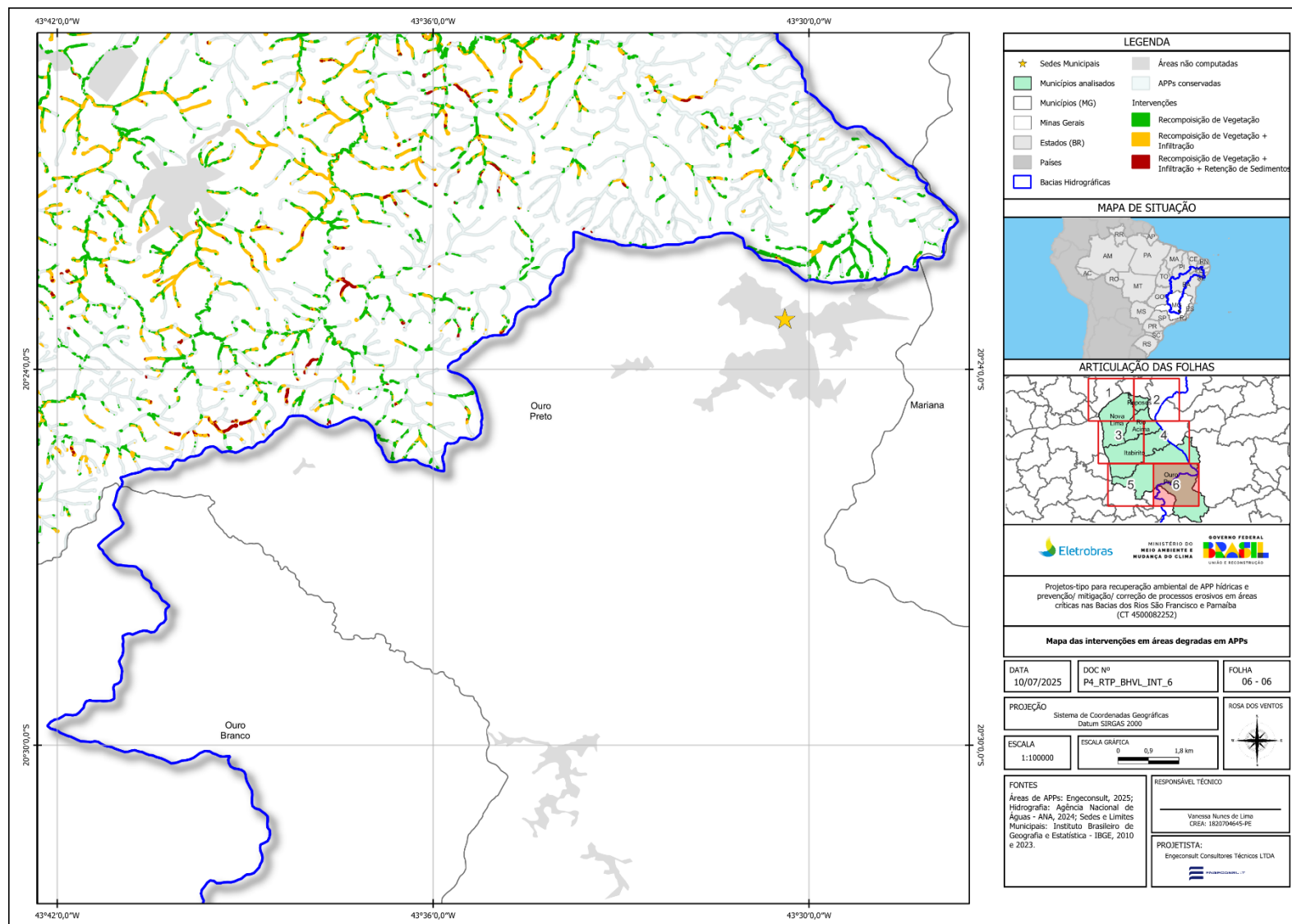


Figura 3-6: Soluções de recuperação nas áreas degradadas em APP – Folha 6



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 e 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, o 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.

3.2.1 Plantio de mudas

O plantio de mudas consiste na introdução de espécies arbóreas e arbustivas em áreas degradadas, promovendo a recuperação da vegetação nativa. Esse processo envolve a escolha de espécies adequadas ao bioma, a preparação do solo e o espaçamento correto entre as mudas para garantir seu desenvolvimento. O sucesso da implantação depende de fatores como a qualidade das mudas, a adaptação ao clima local e o manejo adequado, incluindo irrigação e controle de plantas invasoras.

Figura 3-7: Exemplo de plantio de mudas



Fonte: Ambiental Soluções

De modo que, considerando os aspectos ambientais na bacia do Rio das Velhas, e a abrangência dos 5 municípios, indica-se o plantio por mudas como solução para as áreas suscetíveis a degradação.

O território consiste em uma área ecótona entre dois ecossistemas (Cerrado e Mata Atlântica), ocupado predominantemente por formação florestal. Por isso, a adoção da técnica de plantio por mudas é a indicada, que garante maior sucesso e pronto restabelecimento dos processos ecológicos.

A distribuição da precipitação é sazonal, registrando chuvas concentradas nos meses de outubro a abril, com forte precipitação em janeiro no verão, e quase nula entre maio e setembro. Com base no regime pluviométrico da região, recomenda-se que o plantio de mudas seja feito entre agosto e setembro,







próximo aos períodos chuvosos, a fim de diminuir a necessidade de irrigação das mudas no estágio inicial de recuperação da área.

Nesta estratégia de recomposição vegetal, as mudas deverão ser plantadas de forma sistemática em linhas, com densidade de aproximadamente 1.111 plantas por hectare, resultante de um espaçamento 3 m x 3 m. Esse espaçamento é utilizado como estratégia para reduzir custos de plantio e de manutenção das mudas, mas garantindo uma cobertura significativa. As ações de manutenção incluem: o controle de formigas, o controle contínuo de plantas competidoras, a adubação de cobertura e o replantio das mudas não sobreviventes nos primeiros meses. A fase de manutenção das mudas deverá ter uma duração de até 36 meses (BRANCALION, GANDOLFI e RODRIGUES, 2015).


Sugerimos a plantação de diferentes grupos ecológicos, como (i) pioneiras – espécies de rápido crescimento, representando 70% do total de indivíduos plantados; e (ii) não pioneiras com 30% do total de indivíduos plantados (secundárias e climácicas), que surgem em estágios mais avançados da sucessão ecológica, visando garantir a diversidade de espécies vegetais e consequentemente contribuir no aceleração do processo de restauração local (BRANCALION, GANDOLFI e RODRIGUES, 2015). Os grupos funcionais vão modificar o ambiente (luz, umidade e temperatura), criando assim condições adequadas para o desenvolvimento das espécies. O Quadro 3-3 apresenta os grupos sucessionais com os 15 espécimes recomendados para a recomposição vegetal.

Quadro 3-3: Estágios da vegetação remanescente por área

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	

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-Branco, Jequitibá-mestiço, Binga-de-macaco	15 a 35 m	não pioneira - clímax	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru, Cumbaru, Cumaru, Baruzeiro	10 m	não pioneira - secundária inicial a secundária tardia	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá, Jutaí, 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	
<i>Erythrina falcata</i>	Corticeira, Bico de Pato, Boco de Papagaio	35 m	não pioneira - secundária inicial ou clímax	
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueiro, Papagaio	7 m	pioneira	

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) 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>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira, Macanaíba	15 m	pioneira	
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.- Hil.) Ravenna	Paineira	15 a 30 m	pioneira	
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Frango-assado, Farinha- seca	35 m	pioneira a secundária inicial (não pioneira)	

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA MÁXIMA	GRUPO	IMAGEM
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira, Fruta-do-lobo, Jurubebão	5 m	pioneira	

Fonte: WebAmbiente - EMBRAPA

3.3 INFILTRAÇÃO

O processo de formação dos solos acontece a partir da interação entre os sistemas terrestres. De modo que, 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 e 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 e 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 na bacia do Rio das Velhas, em especial classe do solo e o relevo acidentado, indica-se o terraceamento como solução para as áreas com moderada degradação, além da solução de plantio de mudas.

O terraceamento consiste na construção de terraços ao longo das encostas, formando superfícies escalonadas. Essa prática é principalmente indicada quando, mesmo com a superfície do solo protegida e com a adoção de medidas para aumentar a infiltração da água, ainda ocorre a formação de grande volume de enxurrada. Isso acontece devido às características do solo, à acentuada declividade ou ao extenso comprimento das encostas (BERTOL, MARIA e SOUZA, 2019).

Figura 3-8: Exemplo de terraceamento



Fonte: EPAMIG

O terraceamento cria condições na superfície do solo que propiciam a diminuição da velocidade do escoamento superficial e o aumento da infiltração da água, através da declividade do terreno nas altitudes médias, onde apresenta predominância de Cambissolos (97,74%). A área apresenta maior presença de serras (98,70%), o que corresponde às classes de relevo ondulado (8-20%) e forte ondulado entre 20% e 45% (GOMES, LOBO e ALVARENGA, 2013). O Rio das Velhas apresenta predominância de relevo forte ondulado abrangendo ao percentual superior a 50% da área de cada município desse estudo.

Quanto a finalidade, a prática conservacionista adequada para a região é o terraço misto, constituído de um canal e um camalhão, a fim de interceptar possíveis enxurradas e permitir que a água seja retida e infiltre no solo. Na sua construção, recomenda-se a combinação entre o terraço em nível e em gradiente, direcionando a água que não for infiltrada em eventos extremos. O uso combinado desses dois terraços pode propiciar melhores condições das capacidades de infiltração para solos com permeabilidade moderada ou lenta, a exemplo dos Cambissolos.

Diante da diversidade de declividade do terreno é indicado quanto a forma de construção o canal de formato triangular e do tipo Nichols, comumente utilizado para relevos ondulados e com alta precipitação pluviométrica (GOMES, LOBO e ALVARENGA, 2013; PES, GIACOMINI, 2017; MACHADO, WADT, 2021). O tipo Nichols tem boa eficiência em áreas com diferentes declividades.

O terraço deverá ter a base estreita, com faixa de movimentação de terra até 3 metros, por motivo da declividade acentuada (>12%) na região (PES, GIACOMINI, 2017). Para fins hidrológicos, é utilizado na maioria das áreas, o espaçamento entre terraços de 12 metros para coletar a água da chuva proveniente do escoamento superficial, com o intuito de evitar processos erosivos.

Na construção de terraços em encostas com inclinações próximas a 45% é indicado mecanização animal, no entanto, recomenda-se a utilização de enxadas e valeiras para declividades superiores a 45% (GOMES, LOBO e 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 e 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

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, favorecendo a infiltração de água no solo. A instalação reduz a velocidade do escoamento superficial da água da chuva, retém os sedimentos carregados pela enxurrada, diminui o assoreamento de corpos d'água, e consequentemente contribui na diminuição da poluição dos rios que estão abaixo das voçorocas (PRUSKI, 2009). Além disso, a deposição gradual de sedimentos contribui para a estabilização das margens da voçoroca, reduzindo a progressão da erosão e para a recuperação da vegetação local.

Nesse contexto, considerando os aspectos ambientais na bacia do Rio das Velhas (classe do solo e relevo acidentado), indica-se como proposta de intervenção a paliçada para as áreas com alta degradação, além da solução de plantio de mudas e terraceamento. Assim como citado anteriormente, as soluções de recuperação de área degradada implementadas na área de estudo devem ser realizadas antes do período chuvoso.

Nesta estratégia de retenção de sedimentos sugerimos a utilização de estruturas construídas de bambu, por ser um material de baixo custo e facilmente disponível. As paliçadas de bambu devem implantadas na área interno da voçoroca e em local com barrancos firmes e estáveis, a fim de suportar a força da enxurrada exercida sobre as estruturas.

Em relação à altura das paliçadas e distância, recomenda-se a altura de 1 a 1,20 metros e intervalo de espaçamento de 5 metros entre uma paliçada e outra, pois quanto maior for a área de inclinação, menor será o intervalo de espaçamento da estrutura. Caso a voçoroca apresente largura de 2 m, deve ser cortado o tamanho dos bambus de 3 m e alocados a 1 a 1,20 metros de profundidade da voçoroca. É

indicado colocar toras de eucalipto para apoiar por trás das estacas de bambu. É importante que as estacas de bambu e as toras de eucalipto sejam unidas com arame para reforçar a segurança.

A realização de um corte na parede da voçoroca, a fim de encaixar as estacas de bambu, garantindo assim a sustentação e resistência da paliçada contra os impactos ocasionados pela enxurrada (EMBRAPA, 2008). Após a montagem das paliçadas deve ser colocadas uma fileira de sacos de ráfia de 50 kg preenchidos com solo empilhados ao longo das estruturas, com o objetivo dar estrutura para barreira em caso de enxurrada. Se necessário, sacos podem também ser amarrados nos bambus para proteger esta construção.

Desde fase inicial, a manutenção deve ser permanente da estrutura construída, principalmente no período chuvoso. Recomenda-se após chuvas fortes a inspeção para avaliar possíveis danos e implementar reparos ou substituição de paliçadas danificadas.

Essa técnica conservacionista encontra-se baseada nas orientações da EMBRAPA (2006), EMBRAPA (2008) e Pruski (2009), estando compatível com as características do relevo e textura do solo da bacia do Rio das Velhas.

Figura 3-9: 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 2130 nascentes localizadas na bacia do Rio das Velhas abrange aproximadamente 836,8 hectares. Com base na classificação dos níveis de degradação dessa área de estudo, cerca de 356,8 hectares (42,64%) estão suscetíveis à degradação. Em contrapartida 377,3 hectares (45,09%) estão em estágio de moderada degradação e 102,7 hectares (12,27%) estão em condições de

degradação alta das nascentes. Desse modo, 57,36% 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 e 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 à voçoroca, 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 paliçada, ligados a práticas de drenagem (terraceamento) 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 3-10 até a Figura 3-15.

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
Itabirito	0	5712,753	2323,829
Nova Lima	2405,278	2743,637	2292,853
Ouro Preto	6605,773	10175,294	1452,155
Raposos	873,994	299,697	17,747
Rio Acima	1098,746	750,707	157,714

Figura 3-10: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 1

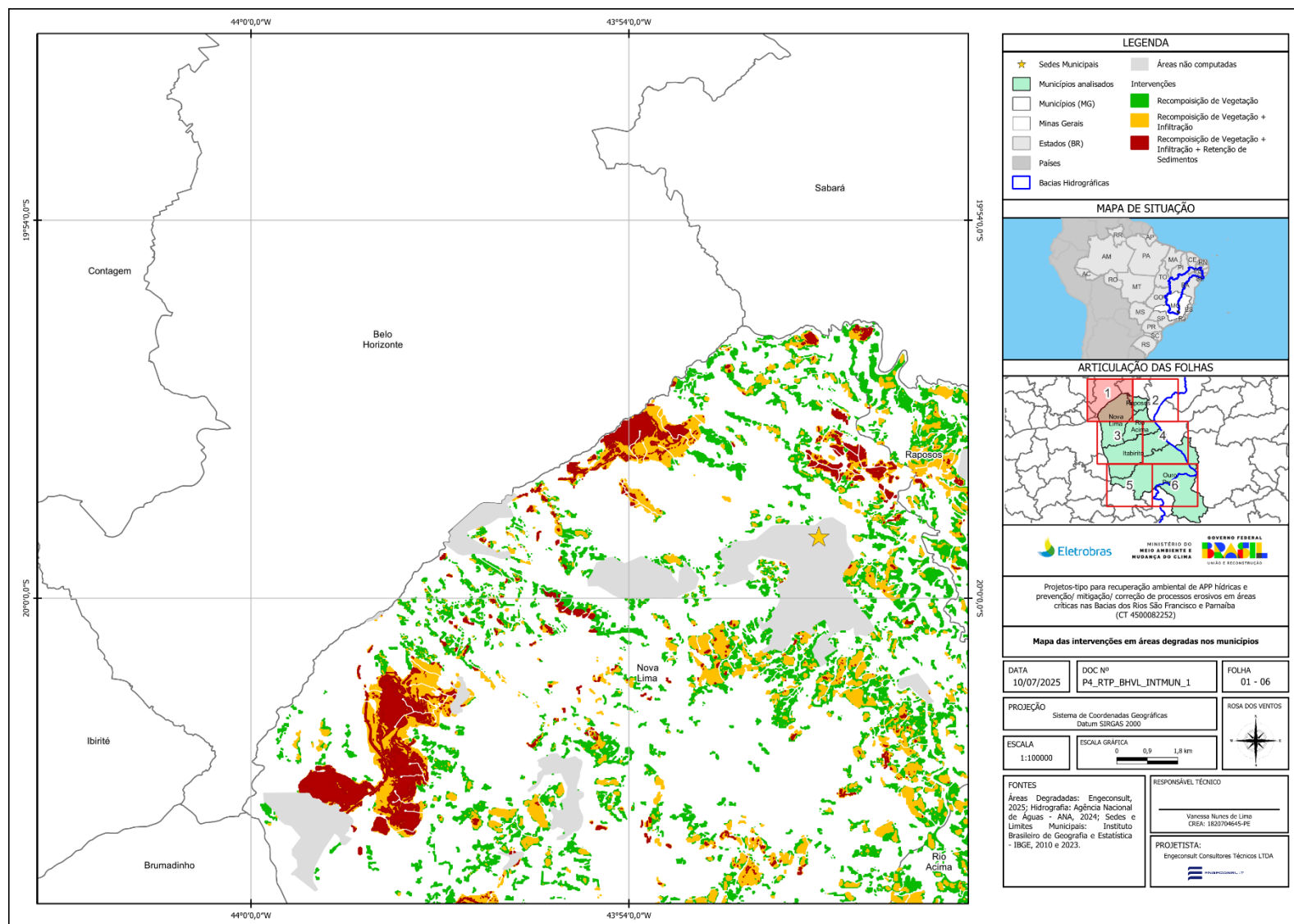


Figura 3-11: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 2

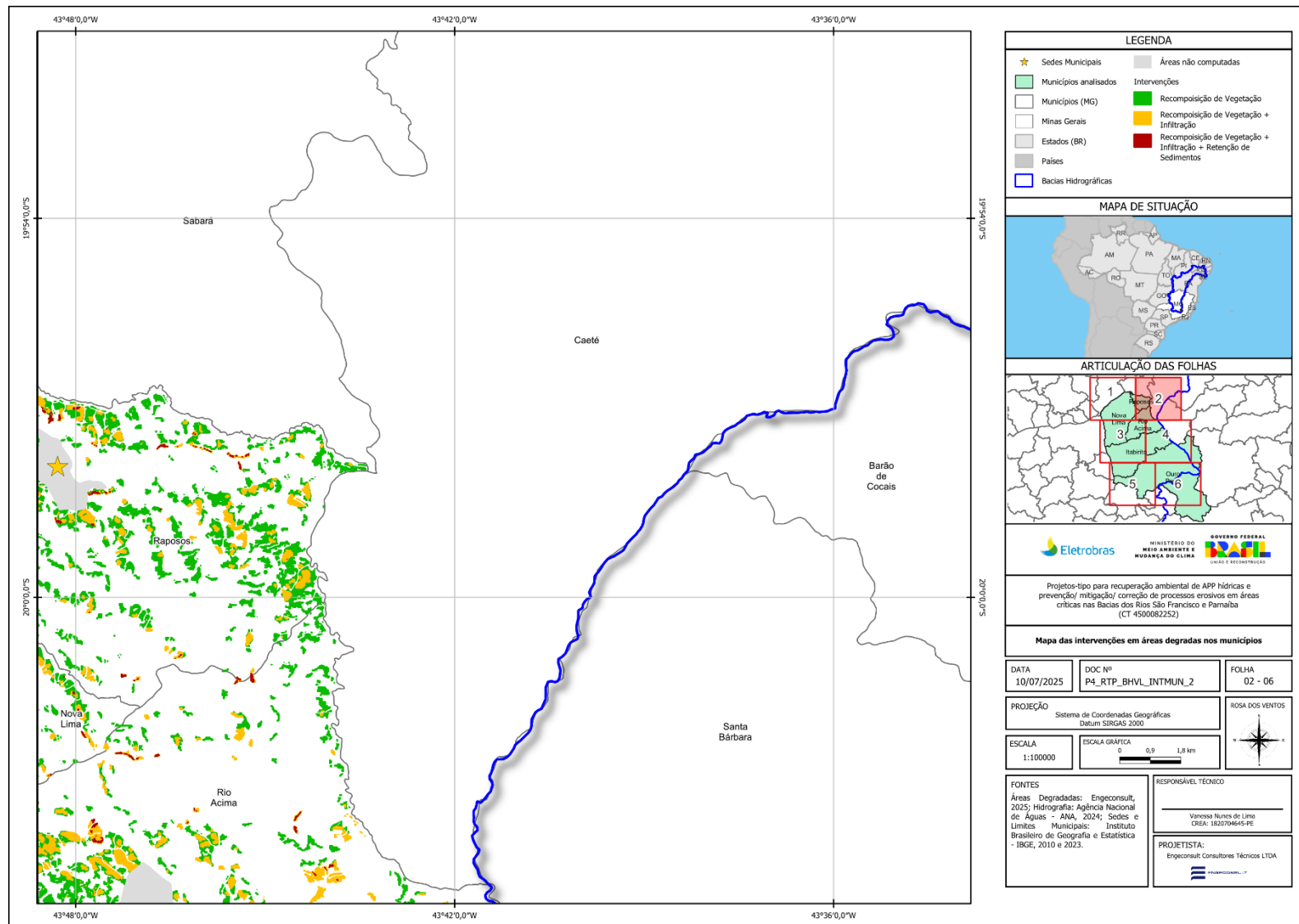


Figura 3-12: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 3

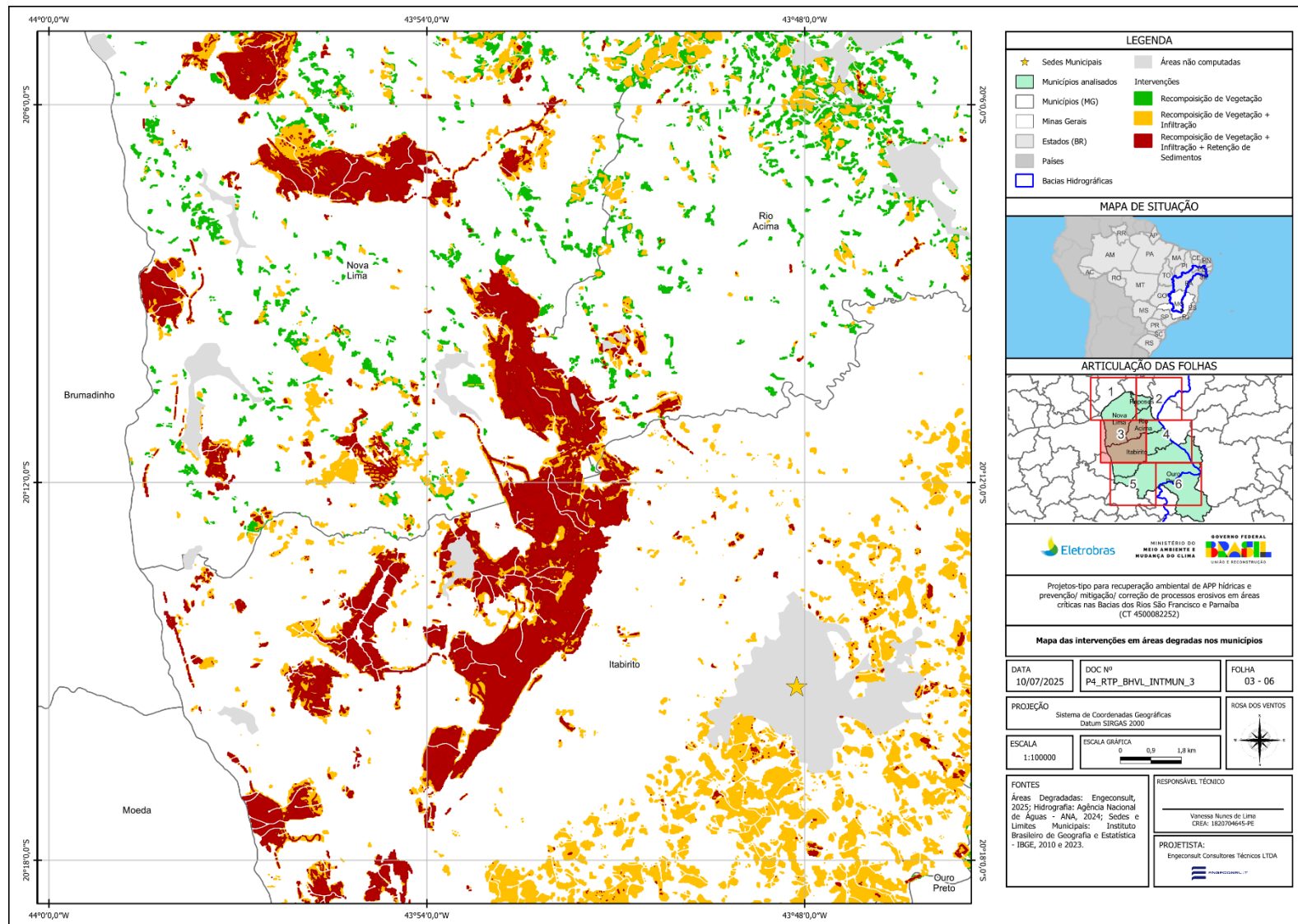


Figura 3-13: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 4

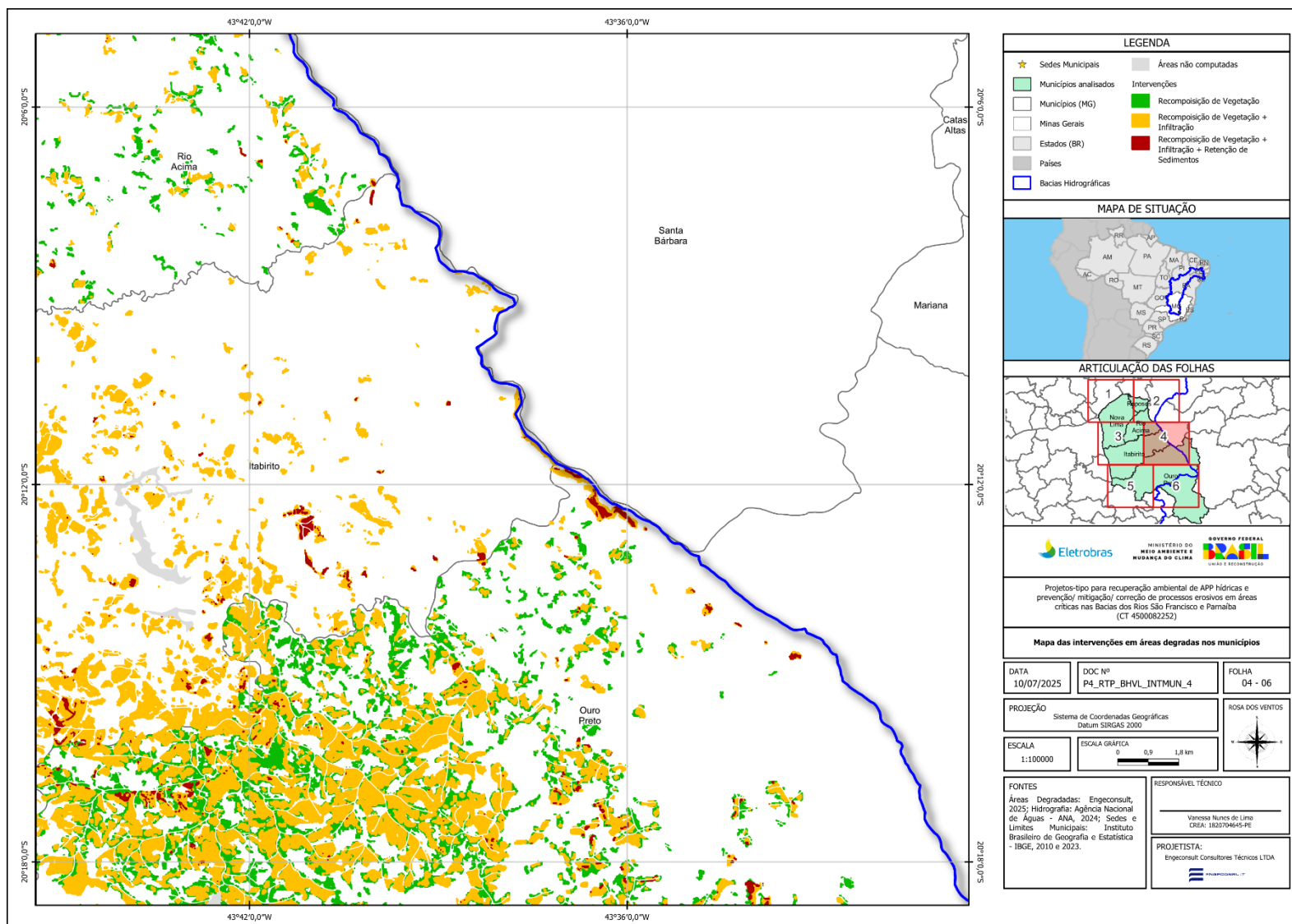


Figura 3-14: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 5

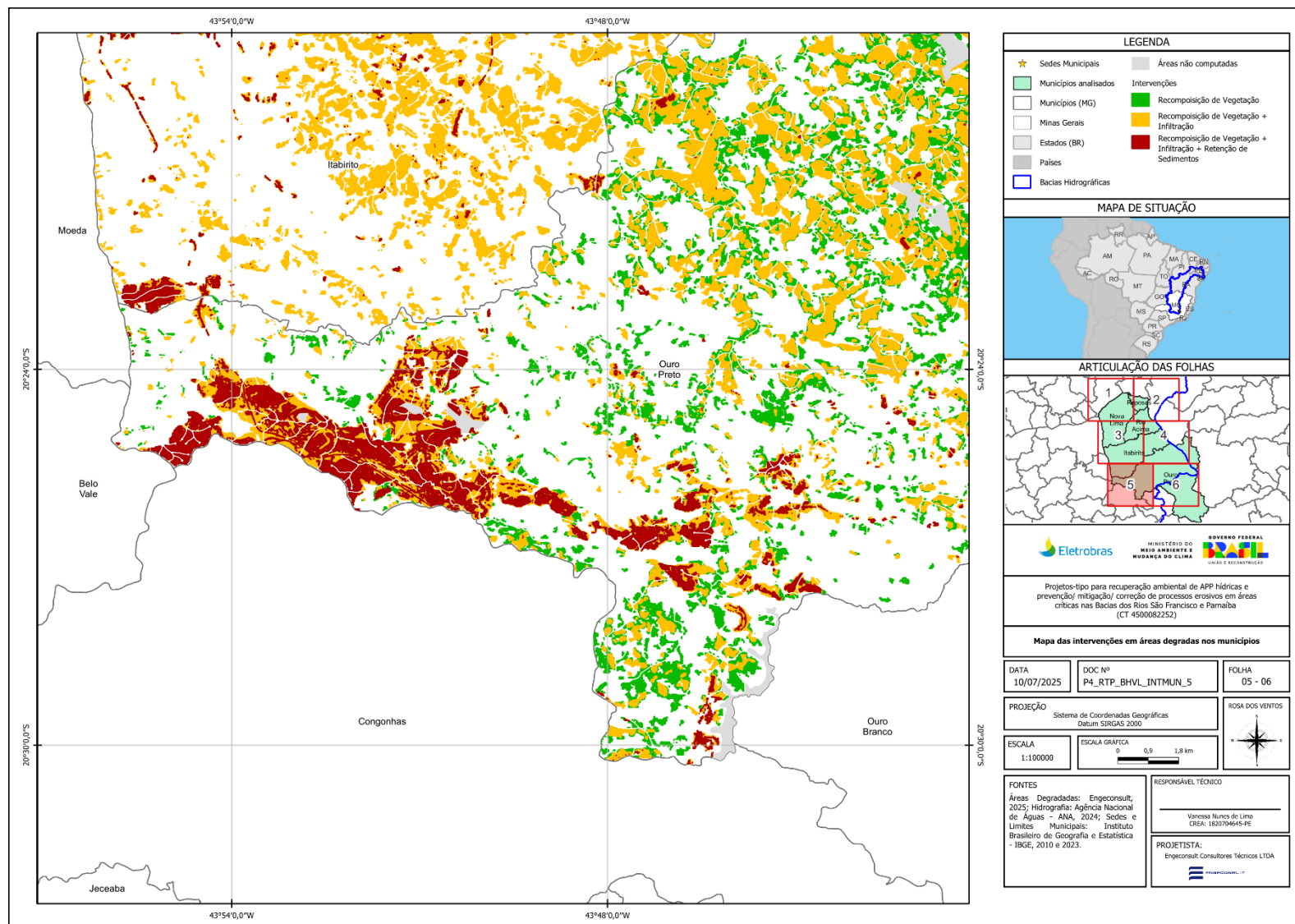
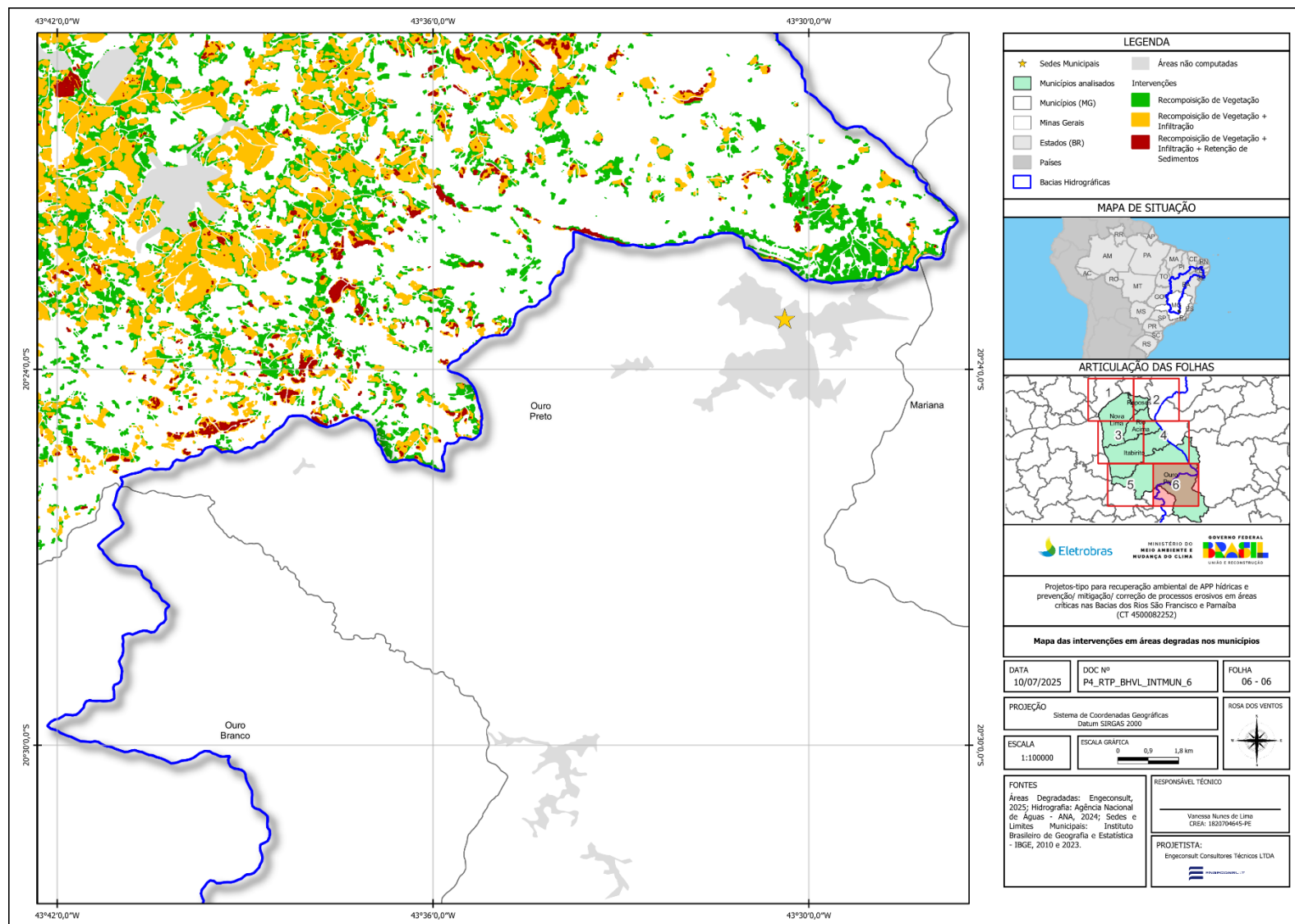


Figura 3-15: Soluções de recuperação nas áreas com processos erosivos críticos – Folha 6



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
Itabirito	2.438,64	8.036,58	1.227,83	8.036,58	273,00	2.323,83
Nova Lima	1.023,57	7.441,77	499,49	5.036,49	194,38	2.292,85
Ouro Preto	3.492,61	18.233,22	1.698,53	11.627,45	221,57	1.452,16
Raposos	237,37	1.191,44	45,95	317,44	0,89	17,75
Rio Acima	363,07	2.007,17	145,84	908,42	23,48	157,71

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 das Velhas 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 ALTO RIO DAS
VELHAS/MG***

4. PROGRAMA DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) EM PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO DAS VELHAS/MG

4.1 INTRODUÇÃO

O presente Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/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 das Velhas 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 Alto Rio das Velhas, no Estado de Minas Gerais, inserida nos municípios de Raposos, Nova Lima, Rio Acima, Itabirito e Ouro Preto.

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 os municípios da cabeceira do Rio das Velhas por ser importante manancial de abastecimento de água da RM de Belo Horizonte e ter potencial para monitoramento e parceria para o programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA.”

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 / ANA¹, 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 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.

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

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 Alto Rio das Velhas/MG.

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 Alto Rio das Velhas/MG, 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

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 das Velhas – 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 Alto Rio das Velhas totalizam 7.555,27 ha, dos quais 78,5% concentram-se nos municípios de Ouro Preto e Itabirito.

Quadro 4-1: APPs a recuperar inseridas nos municípios do Alto Rio das Velhas

Classificação	Alta Degradação (ha)	Moderada Degradação (ha)	Suscetível à Degradação (ha)	Total (ha)	%	% Acumulado
Ouro Preto	221,57	1.476,96	1.794,08	3.493	46,2%	46,2%
Itabirito	273,00	954,83	1.210,81	2.439	32,3%	78,5%
Nova Lima	194,38	305,11	524,08	1.024	13,5%	92,1%
Rio Acima	23,48	122,36	217,23	363	4,8%	96,9%
Raposos	0,89	45,06	191,42	237	3,1%	100,0%
Total	713,32	2.904,32	3.937,63	7.555,27	100,0%	
Recuperação APP	7.555,27			7.555,27		

Fonte: Produto 03 – Relatório técnico – Diagnósticos: Rio das Velhas – 368 – Recuperação Ambiental das APP Hídricas - Revisão 03 (página 21). Dados trabalhados.

Segundo o Quadro 4-2, parte (20,8%) das APPs em situação crítica no Alto Rio das Velhas 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 5.985,21 ha, 79,2% do total de 7.555,27 ha de APPs em situação crítica no Alto Rio das Velhas, localizam-se em 2.031 propriedades identificadas no CAR, todas relacionadas no anexo em

meio digital, com dimensões bem distintas, porém convergindo para uma área média de 2,95 ha de APP por propriedade.

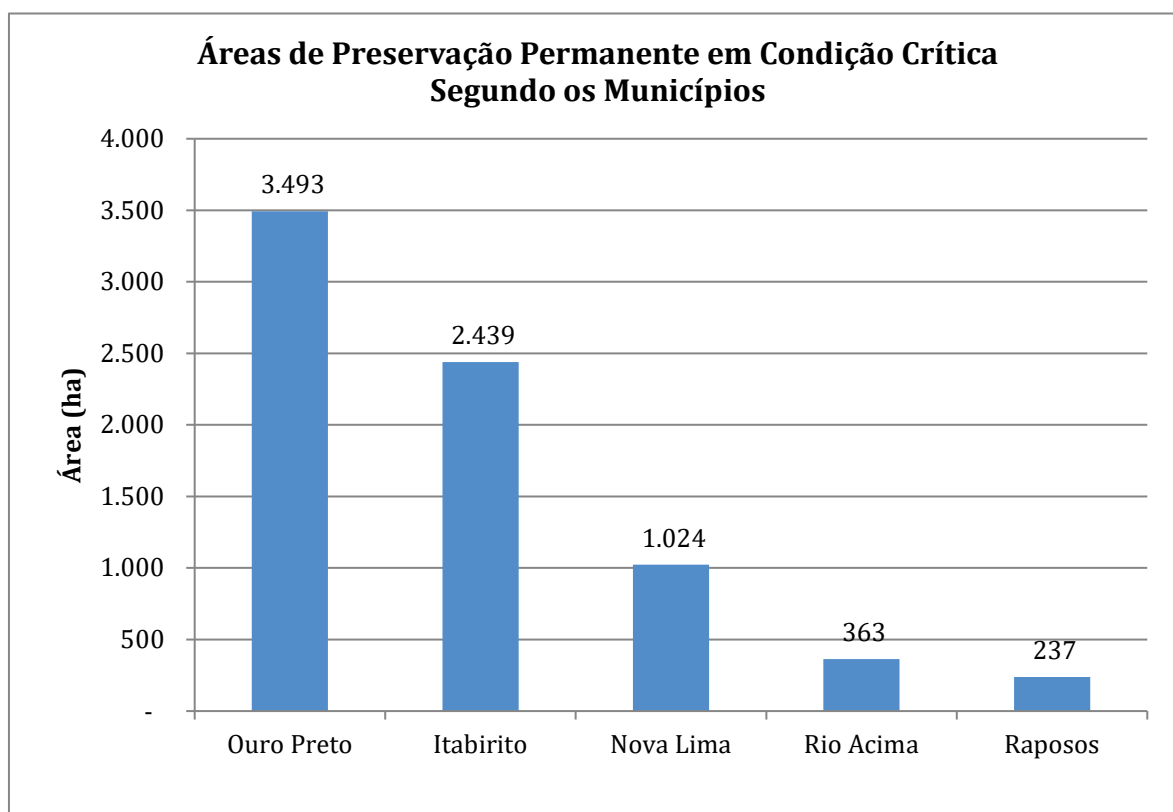
Quadro 4-2: APPs a recuperar inseridas no Cadastro Ambiental Rural – CAR e número de propriedades

Alto do Rio das Velhas	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)
Ouro Preto (MG)	2.635,88	856,72	3.492,61	898	2,94
Itabirito (MG)	1.923,57	515,07	2.438,64	811	2,37
Nova Lima (MG)	1.027,58	- 4,01	1.023,57	179	5,74
Rio Acima (MG)	212,15	150,92	363,07	122	1,74
Raposos (MG)	186,02	51,35	237,37	21	8,86
Total - Recuperação APP	5.985,21	1.570,05	7.555,27	2.031	2,95

Fonte: Produto 03 – Relatório técnico – Diagnósticos: Rio das Velhas – 368 – Recuperação Ambiental das APP Hídricas - Revisão 03 (página 21). Dados trabalhados.

Na **Figura 4-1** está ilustrada a distribuição das APPs em condição crítica segundo os municípios, que permite observar a concentração de áreas em Ouro Preto e Itabirito.

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 4-7.

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

% do Total de APP	Itabirito	Nova Lima	Ouro Preto	Raposos	Rio Acima	Total
	Número de Propriedades					
até 25% da área	17	-	9	-	2	28
até 50% da área	75	2	71	1	8	157
até 75% da área	205	8	215	2	21	451
até 100% da área	811	179	898	21	122	2.031

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

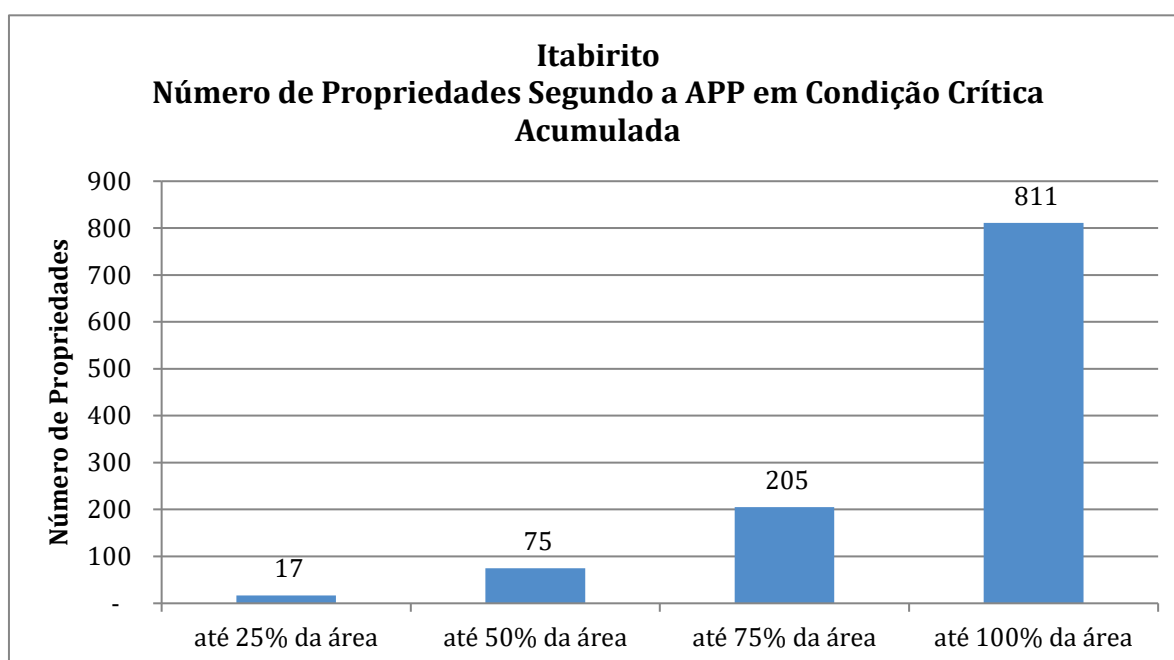


Figura 4-3: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Nova Lima

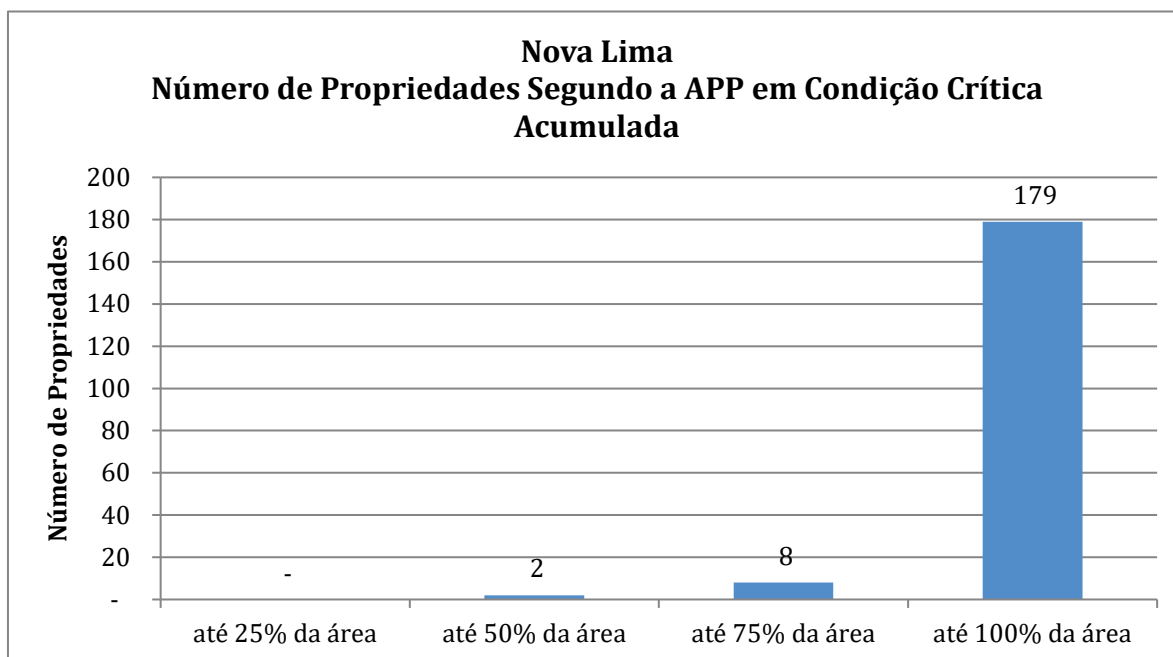


Figura 4-4: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Ouro Preto

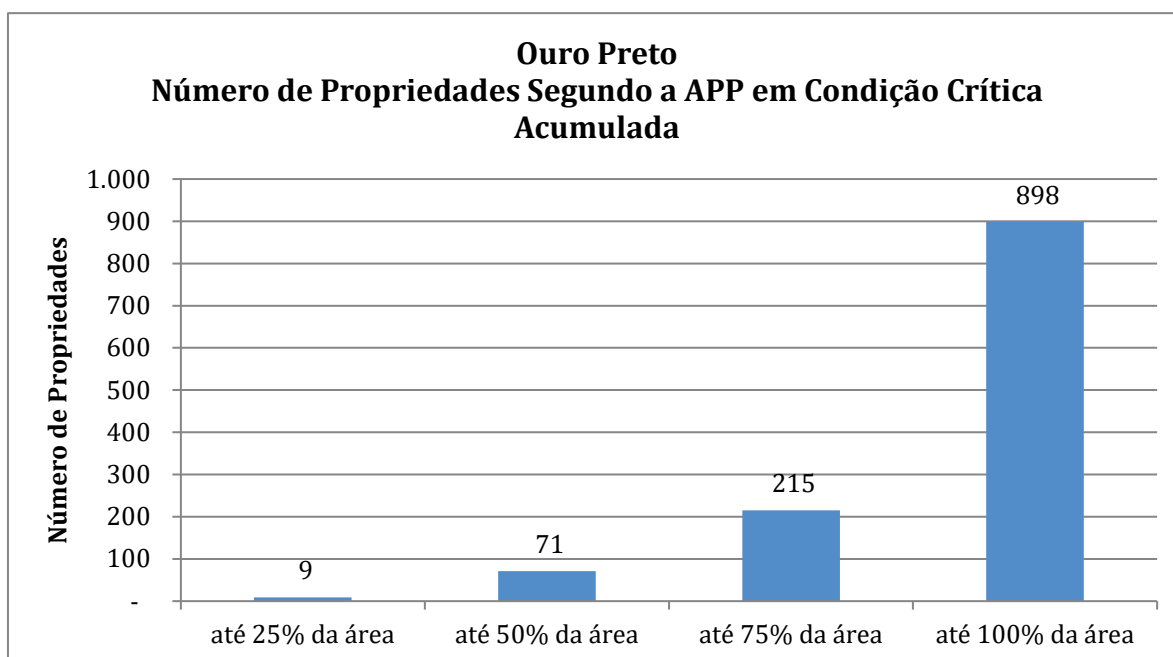


Figura 4-5: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Raposos

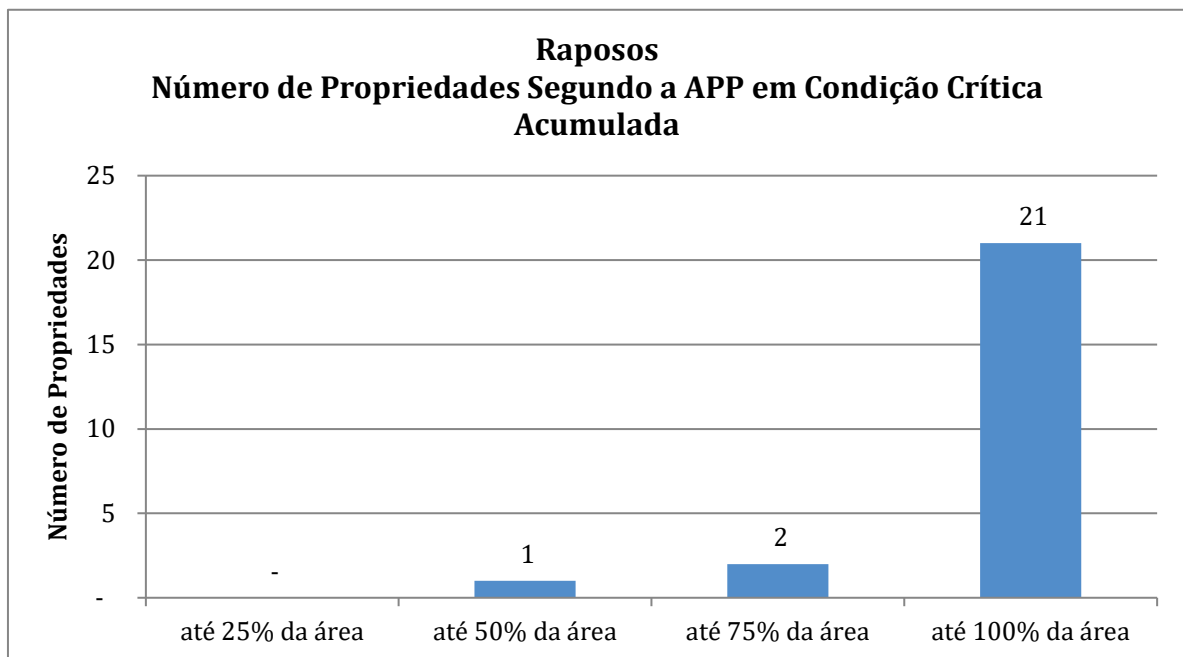


Figura 4-6: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Rio Acima

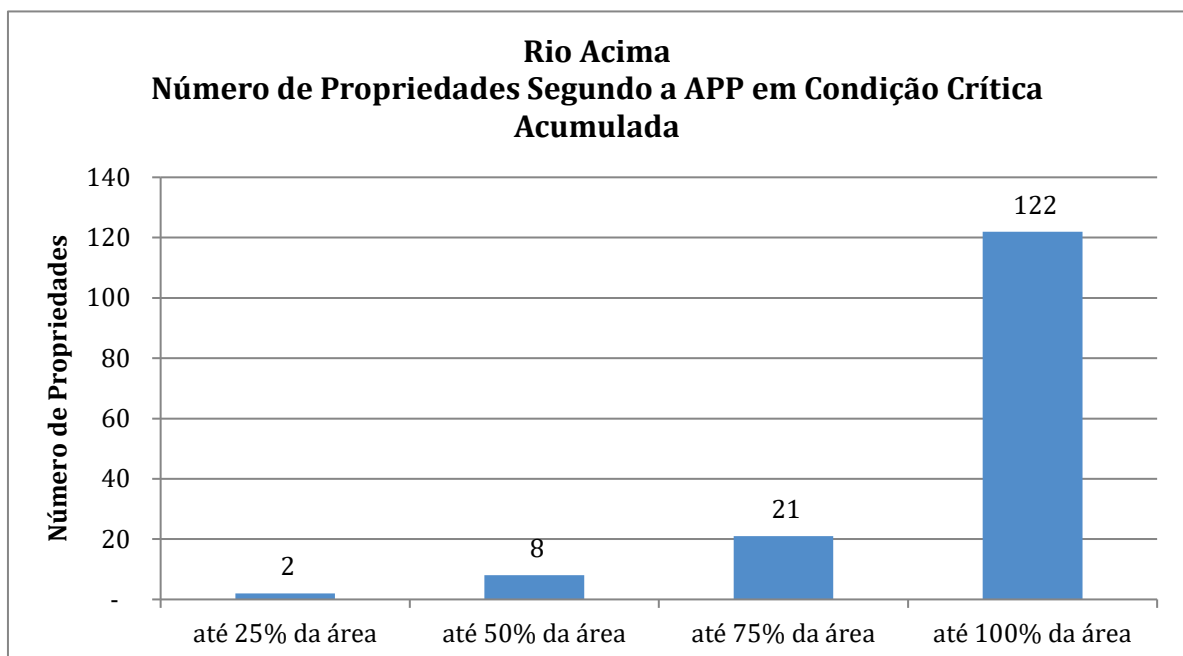
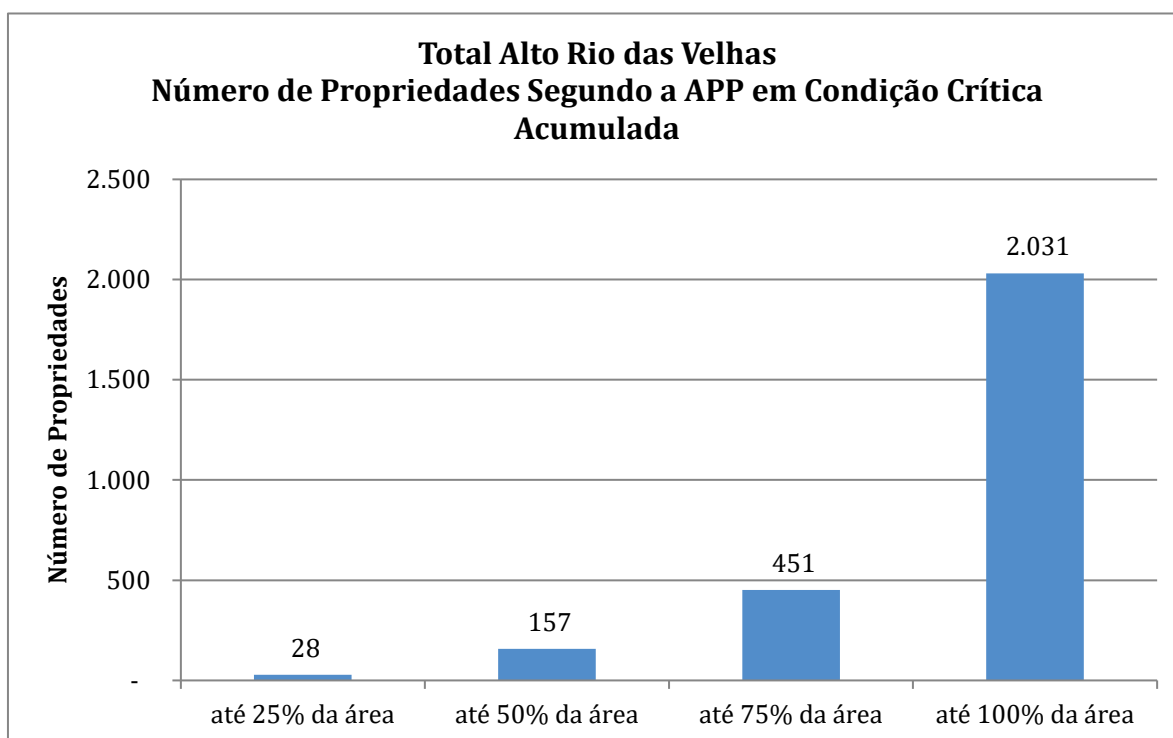


Figura 4-7: Número de propriedades segundo a APP em condição crítica acumulada – Total Alto Rio das Velhas



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.

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) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas.

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, no Quadro 4-4 a Quadro 4-17 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 Alto Rio das Velhas/MG. 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 - ACT¹⁰, o qual deve prever a organização de uma Unidade de Gestão do Projeto – UGP¹¹.**

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 (ELETROBRAS)

Ao Proponente¹²:

- 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 execução¹³;***
- 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 projeto¹⁴;*
- 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 edital¹⁵;*
- 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)¹⁶;*

- 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 Financeiro¹⁷ 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 interno¹⁸;
- 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 definido¹⁹;
- 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 edital²⁰;
- 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 licitatório²⁴ 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 propriedades²⁶.

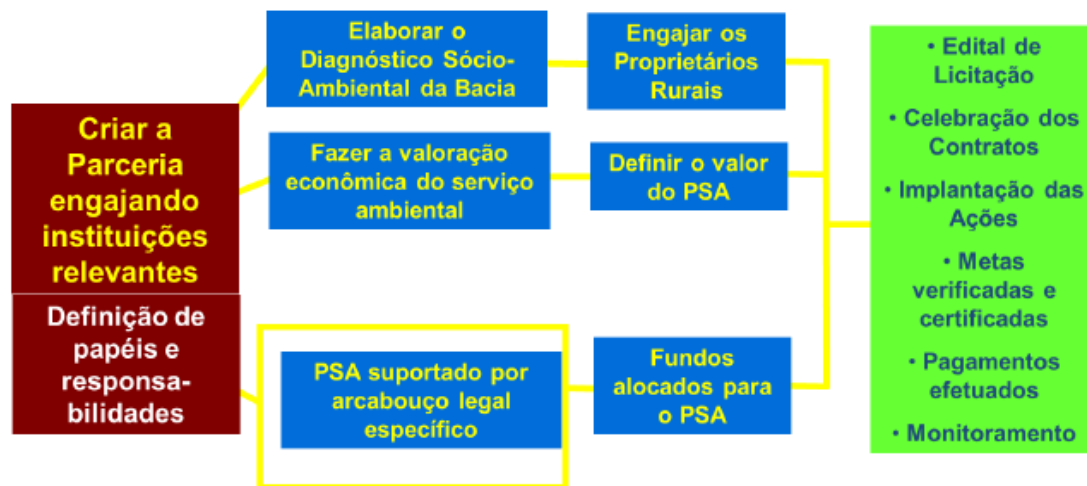
25 A certificação é baseada em padrões específicos para cada uso e prática conservacionista (PPC) estipulados previamente no contrato.

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 4-8 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 4-8: 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 Alto Rio das Velhas/MG**

- Celebração de Acordo de Cooperação Técnica entre a ANA e a Proponente (ELETROBRAS);
- 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 socioambiental 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 (ELETROBRAS/ANA).

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

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 das Velhas;
- Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo;
- SOS Mata Atlântica;
- Rede de Sementes do Cerrado;
- Prefeituras Municipais de Raposos, Nova Lima, Rio Acima, Itabirito e Ouro Preto;
- 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 Pagamento de Serviços Ambientais (PSA), eventualmente já implementados na área de interesse; e
- Associações de Produtores Rurais.

Sobre os Projetos de Pagamento 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 das Velhas; 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, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: Plano Diretor Consolidado – Volume II: Prognóstico e Plano de Ações (2015)², já contempla o

² Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: Plano Diretor Consolidado – Volume II: Prognóstico e Plano de Ações. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 2015. 309 p.; il. color. Vários colaboradores. Consórcio Ecoplan/Skill.

detalhamento e implementação de um Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, conforme abordado em continuação.

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) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas, a seguir estão sintetizadas as informações sobre as principais secretarias dos municípios abrangidos.

Quadro 4-18: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Ouro Preto

Ouro Preto
<p>Secretaria de Agropecuária Secretário: Sebastião Evásio Bonifácio Endereço: Rua Hugo Soderi, 21 – Bloco B Telefone: (31)3559-3249 Horário: 08:00 às 17:00</p>
<p>Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Tecnologia Secretário: Felipe Vecchia Guerra Endereço: Rua Padre José Marcos Pena, Rosário, 64 Telefone: (31) 3559-3343 Horário: 12:00 às 18:00</p>
<p>Secretaria de Educação Secretário: Deborah Etrusco Tavares Endereço: Rua Hugo Soderi, 21, Saramenha Telefone: (31)3559-3325 Horário: 08:00 às 18:00</p>
<p>Secretaria da Fazenda Secretário: Gever Geraldo Chagas Endereço: Rua Diogo de Vasconcelos, Pilar, 30 Telefone: (31) 3559-3271 Horário: 09:00 às 18:00</p>
<p>Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Secretário: Francisco de Assis Gonzaga Endereço: Rua dos Inconfidentes, 109, Barra Telefone: (31)3559-3253 Horário: 09:00 às 18:00</p>
<p>Secretaria de Obras Secretário: Franklin Evangelista Endereço: Rua Jair Mazon, 130 Telefone: (31)3559-3279 Horário: 09:00 às 18:00</p>
<p>Secretaria de Planejamento e Gestão Superintendente: Aline das Graças Eduardo Endereço: Rua Diogo de Vasconcelos, 50 Telefone: (31) 3559-3298 Horário: 09:00 às 18:00</p>

Disponível em <https://siga.cbhvelhas.org.br/portal/siplan.zul>.

Quadro 4-19: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Itabirito

Itabirito
<p>Secretaria Municipal de Administração Responsável: José Bernardo de Paula Telefone: (31) 3561-4071 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 635 – Praia Horário: 12h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Agronegócio e Desenvolvimento Rural Responsável: Rainer Tawyr Cardoso Telefone: (31) 3561-4114 Endereço: Praça Dr. Guilherme, 169 – Centro Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SEMDE) Responsável: Patrícia do Carmo Nonato Telefone: (31) 3563-1145 Endereço: Praça Dr. Guilherme, 169 – 2º andar – Centro Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Educação Responsável: Iracema Mapa Telefone: (31) 3561-4052 Endereço: Rua Henrique Michel, 30 – Centro Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Fazenda e Tributação Responsável: Elisangela Lima Telefone: (31) 3561-4020 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 635, Centro Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Responsável: Frederico Souza Leite Telefone: 3561-4008 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 1500, Santo Antônio Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Obras, Serviços e Infraestrutura Responsável: Matheus Marques Amui Telefone: (31) 3561-4073 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 635 – Praia Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento Responsável: Débora Aguiar Telefone: (31) 3561-4057 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 635 – Praia Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Secretaria Municipal de Política Urbana e Habitação Responsável: Amanda Silva Santos Telefone: (31) 3561-4034 Endereço: Avenida Queiroz Júnior, 635, Praia Horário: 8h às 18h (de segunda a sexta)</p>
<p>Serviço Autônomo de Saneamento Básico (SAAE) Diretor-presidente: Heloisa França Endereço: Rua Rio Branco, 99 – Centro Telefone: (31) 3562-4100 ou 0800 28 60 195 Horário: 8h às 16h (segunda a sexta-feira)</p>

Quadro 4-20: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Nova Lima

Nova Lima	
Secretaria de Administração	<p>Secretário: Henrique Aparecido Pimenta</p> <p>Telefone: (31) 3180-5772</p> <p>E-mail: semadsec@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 18:00</p> <p>Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 – Centro 3º andar</p>
Secretaria Municipal da Comunicação	<p>Secretária: Maria do Socorro Costa Almeida</p> <p>Telefone: (31) 3180-5780</p> <p>E-mail: comunicacao@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 18:00</p> <p>Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 - 4º andar – Centro</p>
Secretaria do Desenvolvimento Econômico	<p>Secretário: Lucas Henrique de Oliveira Silva</p> <p>Telefone: (31) 3180-5887</p> <p>E-mail: administrativo.semdtr@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: segunda-feira a sexta-feira, das 8:00 às 17:00</p> <p>Endereço: Rua Marquês de Sapucaí, s/n – Centro</p>
Secretaria de Desenvolvimento Social	<p>Secretário: Matheus Couto Bastos Abalém</p> <p>Telefone: (31) 3180-5942</p> <p>E-mail: semads@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 18:00</p> <p>Endereço: Rua Chalmers, 91 – Centro</p>
Secretaria da Educação	<p>Secretário: Marcos Evangelista Alves</p> <p>Telefone: (31) 3180-5993</p> <p>E-mail: gabinete.semed@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 17:00</p> <p>Endereço: Travessa Abílio Tito Couto, 45 – Olaria</p>
Secretaria Municipal da Fazenda	<p>Secretário: Cristiano Antônio Vieira Gomes</p> <p>Telefone: (31) 3180-5801</p> <p>E-mail: fazenda@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: segunda a sexta-feira 08:30 – 12:00 13:00 – 17:00</p> <p>Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 Centro 3º andar</p>
Secretaria da Habitação	<p>Secretário: Robson Silveira Contatos:</p> <p>Telefone: (31) 3180-5878</p> <p>E-mail: habitacao@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 17:00</p> <p>Endereço: Praça Dr. Antonino Fonseca Junior, 08 – Centro</p>
Secretaria do Meio Ambiente	<p>Secretário: Gabriel Oliveira Coutinho Santos Soares</p> <p>Telefone: (31) 3180-5847 / 3180-5839 / 98899-1216</p> <p>E-mail: meioambiente@pnl.mg.gov.br</p> <p>Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:30 às 17:00</p> <p>Endereço: Rua Domingos Rodrigues, 243, 5º andar, Centro</p>
Secretaria de Obras e Serviços Urbanos	<p>Secretário: Marcelo Henriques Pinto</p> <p>Telefone: (31) 3180-5898 (31) 98006-3487</p> <p>E-mail: secobras@pnl.mg.gov.br</p>

Nova Lima
Horário: de segunda a sexta-feira, das 7:00 às 16:00 Endereço: Rua Madre Tereza, 415 – Centro
Secretaria de Planejamento e Gestão Secretário: Renato Valle Telefone: (31) 3542-9414 E-mail: gestao.projetos@pnl.mg.gov.br Horário: de segunda a sexta-feira, das 9:00 às 17:00 Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 – 5º andar
Secretaria Municipal de Política Urbana Secretário: Gustavo Peixoto Telefone: (31) 3180-5786 E-mail: politicaurbana@pnl.mg.gov.br Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:30 às 17:00 Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 – Centro 4º andar
Secretaria de Políticas Regionais Secretário: João Bosco Pessoa Contatos: Telefone: (31) 3180-5753 E-mail: sempr@pnl.mg.gov.br Horário: de segunda a sexta-feira, das 9:00 às 18:00 Endereço: Praça Bernardino de Lima, 80 – Centro – 5º andar
Proteção e Defesa Civil Coordenador: Armando Hideu Momose Telefone: (31) 3180-5879 E-mail: defesa.civil@pnl.mg.gov.br Horário: de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 17:00 Endereço: Rua Walmir Nazareth, 36 – Oswaldo Barbosa Pena II
Subsecretaria de Estratégias Econômicas e Turismo Subsecretário: Paulo Henrique Moreira Telefone: (31) 3180-5875 E-mail: turismo@pnl.mg.gov.br Horário: segunda a sexta-feira 9:00 às 12:00 13:00 às 18:00 Endereço: Rua Enfermeiro José Caldeira Brant, 7 – Boa Vista

Quadro 4-21: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Rio Acima

Rio Acima
Secretaria de Administração Secretário: FERNANDO PAIVA DE BRITO Telefone: (31) 3545-1286 Endereço: Rua Afonso Pena, nº333 – Centro, Rio Acima – MG, 34300-000. Horário de Funcionamento: Segunda a Sexta – 08h00 às 17h00 E-mail: administracao@prefeiturarioacima.mg.gov.br
Secretaria Municipal de Educação Secretária: ANA PAULA GONÇALVES Telefone: (31) 3545-2381 Endereço: Rua José Romão, 20 – Centro. Rio Acima/MG CEP: 34300-000 Funcionamento: Segunda a Sexta – 08h às 16h00 E-mail: educacao@prefeiturarioacima.mg.gov.br
Secretaria Municipal de Fazenda e Planejamento Secretária: NATÁLIA SOARES COTTA Telefone: (31) 3545-1286 Endereço: R. Afonso Pena, 333 – Centro, Rio Acima – MG, 34300-000 Horário de Funcionamento: Segunda a Sexta – 08h00 às 17h00 E-mail: fazenda@prefeiturarioacima.mg.gov.br

Rio Acima
Secretaria Municipal de Meio Ambiente Secretária: ZÉLIA MOREIRA DOS SANTOS Endereço: Rua Afonso Pena s/nº, centro, Rio Acima. Telefone: (31) 3545-2561 Horário de funcionamento: Segunda a Sexta – 08:00 às 17:00 horas
Secretaria Municipal de Obras Secretária: KARLA CRISTINE MORGAM DA COSTA Endereço: Rua Antônio Carlos, 40. Centro. Rio Acima – MG. CEP: 34300-000 Telefone: (31) 3545 1286 – Ramal 1004 Horário de Funcionamento: 08:00 às 17:00

Quadro 4-22: Contato da Prefeitura e Secretarias do Município de Raposos.

Raposos
Secretaria da Fazenda Telefone: (31) 3543-1276
Secretaria da Educação Telefone: (31) 3543-1742
Secretaria de Obras Telefone: (31) 3543-1227
Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Telefone: (31) 3543-1616

4.10 INTER-RELAÇÃO COM OS PROGRAMAS DO PDRH RIO DAS VELHAS

Dentre os programas inseridos no PDRH Rio das Velhas, de forma muito apropriada, já consta a proposição de detalhamento e implementação de um Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, conforme pode ser observado no Quadro 4-23.

Ademais, há uma sobreposição de ações em diversos programas, o que é normal em se tratando de planos de bacias hidrográficas, que podem ser integradas no Programa de PSA, racionalizando esforços e recursos.

Quadro 4-23: Programas Propostos no PDRH Rio das Velhas (2015) com Inter-Relação com o Presente Programa de PSA

COMPONENTE	PROGRAMA
Gestão da Oferta de Água	Reservação e Infiltração Local
	Rede de Monitoramento Quali-Quantitativo da Água
Manejo de Recursos Hídricos em Área Rural	Controle de Carga Poluidora
	Recuperação de Áreas Degradadas
	Controle de Processos Erosivos
	Uso Racional da Água na Agricultura
	Planejamento e Gestão de Território Rural
Conservação Ambiental	Planos de Recuperação Hidroambiental
	Proteção de Áreas de Conservação
	Recomposição de APP's

COMPONENTE	PROGRAMA
	Recuperação de Unidades de Conservação
	Ecoturismo
	Pagamento por Serviços Ambientais
Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização Social	Planejamento de Ações de Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização Social
	Implementação das Ações de Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização Social
Gestão	Arranjo Institucional
	Fortalecimento do CBH Rio das Velhas e Agência de Bacia
	Desenvolvimento da Agência de Bacia

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (2015). Sintetizado.

4.11 CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO

Conforme mencionado, foram atribuídos prazos às principais etapas a serem conduzidas para a implantação de Projetos de Pagamento 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 4-24.

Quadro 4-24: 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
1ª FASE - Detalhamento do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/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)												
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 Alto Rio das Velhas/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												
Validação da metodologia e dos parâmetros de abatimento de erosão do projeto												

Implementação após 12 meses (Contratos com prazos de 5 anos, prorrogáveis).

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) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas estão apresentados no Quadro 4-25 e Quadro 4-26, respectivamente.

Quadro 4-25: Recursos humanos necessários e respectivas atividades para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/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
QUANT.	12	12	3	12	12	6	6	12
UNID	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 socioambiental 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 4-26: Recursos materiais necessários para a implementação da 1ª FASE do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) em parte da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas/MG

Recursos Materiais	Quantidade	Unidade
Caminhonete 4x4 com combustível p/1.000 km/mês	12	mês
Motocicleta Honda NXR 160 BROS com combustível p/1.000 km/mês	27	mês
Escritório Local equipado	12	mês
Notebook	4	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	3	unidade
Celular/Câmera Fotográfica	6	unidade

4.13 ESTIMATIVA DE CUSTOS

A estimativa dos custos associados está dividida em duas 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 4-27 e totaliza R\$ 2.728.357,28.

Quadro 4-27: 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\$)
1	Recursos Humanos				
1.1	Engenheiro Agrônomo Sênior	12	mês	36.498,88	437.986,56
1.2	Engenheiro Agrônomo Médio	12	mês	32.593,44	391.121,28
1.3	Especialista em Moderação de Oficinas Participativas	3	mês	20.775,04	62.325,12
1.4	Especialista em Geoprocessamento/SIG	12	mês	38.765,76	465.189,12
1.5	Operador de SIG	12	mês	27.644,32	331.731,84
1.6	Economista	6	mês	26.928,00	161.568,00
1.7	Biólogo	6	mês	21.609,28	129.655,68
1.8	Técnico Agrícola	12	mês	9.576,16	114.913,92
2	Recursos Materiais				
2.1	Caminhonete 4x4 com combustível p/1.000 km/mês	12	mês	12.884,34	154.612,08
2.2	Motocicleta Honda NXR 160 BROS com combustível p/1.000 km/mês	27	mês	2.537,31	68.507,37
2.3	Escritório Local equipado	12	mês	11.940,30	143.283,60
2.4	Notebook	4	unid.	11.194,03	44.776,12
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	Projetor Multimídia com Tela	1	unid.	2.537,31	2.537,31
2.8	Aparelho GPS Garmin	3	unid.	8.955,22	26.865,66
2.9	Celular/Câmera Fotográfica	6	unid.	2.238,81	13.432,86
TOTAL					2.728.357,28

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 4-28.

Quadro 4-28: 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	1.579,54	

Em decorrência do valor adotado como referência para o pagamento pela prestação de serviços ambientais, no Quadro 4-29 estão apresentados os montantes de recursos anuais necessários para a remuneração dos produtores, de acordo com o percentual de APPs a recuperar.

Quadro 4-29: 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%	1.889	1.579,54	2.983.461
50%	3.778		5.966.923
75%	5.666		8.950.384
100%	7.555		11.933.846

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 a ser dispendido pode se aproximar de R\$ 12 milhões/ano.

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

- ANA—AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual Operativo do Programa Produtor de Água. 2012.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Anexo B - Diretrizes Projetos Produtores Água - Contrato ANA x CAIXA. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sip/produtor-de-agua/documentos-relacionados/anexo-b-diretrizes-projetos-produtores-agua-contrato-ana-x-caixa/@@download/file>.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: plano diretor consolidado – Volume II. Belo Horizonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2015. 309 p.
- BAESSO, D.P; GONÇALVES, F.L. Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção. Florianópolis, DER, 2003. 236 p.

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone. 1985. 368 p.
- FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; MORAES, J. F. L. O uso da análise multicritério para a definição de áreas prioritárias a restauração de Área de Preservação Permanente (APP), no noroeste paulista. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 16, p. 3366-3373, 2013.
- GUEDES, FB; SEEHUSEN, SE (org.) Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica– Lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011. 272 p.
- LIMA, J. E. F. W.; Ramos, A. E. (ed.). A experiência do Projeto Produtor de Água na bacia hidrográfica do Ribeirão Pipiripau. Adasa, 2018. 304 p.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Metodologia de priorização de áreas para recuperação ambiental nas cabeceiras selecionadas das bacias dos rios Grande, Paranaíba, São Francisco e Parnaíba. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2021.
- PEREIRA, P. H. Projeto Conservador de Águas – 12 Anos. Extrema: Secretaria de Meio Ambiente de Extrema/MG, 2017. 188p.
- 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.
- ROMEIRO, A. et al. Lições aprendidas na conservação e recuperação da Mata Atlântica: Sistematização de desafios e melhores práticas dos projetos-pilotos de Pagamentos por Serviços Ambientais. Série Biodiversidade, 45. Brasília: MMA, 2013. 84 p. 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.

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 5-5-1 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 5-5-1: 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"> Se a variação do NDVI local for positiva a vegetação aumentou, se for negativa, diminuiu. 	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"> Conversão de classes de uso e cobertura da terra como “solo exposto” ou “pastagem” em “vegetação secundária” ou “mata” 	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"> Obtido da subtração do MDS (modelo de superfície) pelo MDT (modelo do terreno). 	Resultado de levantamento de drones: MDS e MDT
	NDVI/EVI	<ul style="list-style-type: none"> Valores de NDVI - varia de -1 a 1 e reflete a saúde da vegetação. Valores de EVI - mais sensível em áreas densas. 	Imagens de Satélite Planet; Imagens de drone multiespectral
Medição da retenção hídrica após as intervenções	NDWI	<ul style="list-style-type: none"> Valores de NDWI - pode indicar mais água na vegetação ou solo úmido. 	Planet e/ou drone multiespectral
	NDVI	<ul style="list-style-type: none"> Valores de NDVI – o aumento pode refletir melhor cobertura, infiltração e retenção. 	Planet e/ou drone multiespectral
Identificação de áreas de compactação ou erosão do solo	NDVI / NDWI	<ul style="list-style-type: none"> Valores de NDVI/NDWI baixos persistentes podem indicar solo exposto e degradação. 	Planet e/ou drone multiespectral
Identificação de áreas de	Evolução da Estrutura do Solo	<ul style="list-style-type: none"> Variação de altitudes fora do padrão através da diferença entre MDTs. 	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"> Mapeamento/desenho das feições erosivas, linhas de escoamento, sulcos, solo exposto, vegetação rala, marcas de tratores. 	Satélite ou drone
Comparação da regeneração natural e de áreas plantadas	Persistência da Vegetação	<ul style="list-style-type: none"> NDVI médio anual – mostra o vigor e constância da vegetação. Desvio padrão do NDVI – baixa variação = persistência. Frequência de cobertura verde - % de meses com NDVI alto – persistência sazonal. 	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:

- Replanteio 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.

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.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Curso de recuperação de áreas degradadas: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de monitoramento e Estratégias de Recuperação. EMBRAPA Solos, 2008.

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.

GOMES, M. A.; LOBO, L. M.; ALVARENGA, A. DE P. Conservação dos solos: percepção, conhecimento e adequação do manejo. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG. 1. Ed. Viçosa, MG: EPAMIG Zona da Mata, 2013.

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.

MACHADO, P. L. O. de A.; WADT, P. G. S. Terraceamento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.EMBRAPA.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-de-terras-altas/terraceamento>. Acesso em jul. de 2025.

MACHADO, R. L.; RESENDE, A, S. DE; CAMPELLO, E. F. C. Recuperação de Voçorocas em áreas rurais. EMBRAPA Agrobiologia, 2006.

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.

PES, L. Z.; GIACOMINI, D. A. Conservação do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico; **Rede e-Tec Brasil**, 2017. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/10_conservacao_solo.pdf. Acesso em: jul. de 2025.

PLANET. PlanetScope Product Specifications. 2020. Disponível em: 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).

