

Estudo de Viabilidade Econômica

22003-RT-P4-00-03

IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE PSA E BOAS PRÁTICAS NA RH
VIII, ENGLOBALANDO ASPECTOS JURÍDICOS-INSTITUCIONAIS,
CONTRATUAIS E SOCIAIS



QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento	22003-RT-P4-00-03		
Título	Estudo de Viabilidade Econômica		
Aprovação por:	Lawson Beltrame		
Data da Aprovação:	14/02/2023		
Controle de Revisões			
Revisão Nº	Natureza	Data	Aprovação
00	Emissão Inicial	14/02/2023	LB
01	Revisão	31/05/2023	LB
02	Revisão	29/06/2023	EK
03	Revisão	13/07/2023	EK

DIRETORIA DO CBH MACAÉ (2021-2022)

Kátia Regina Schottz Coelho de Albuquerque - Instituto Bioacqua de Promoção de Desenvolvimento Sustentável de Defesa do Meio Ambiente - Sociedade Civil - Presidente CBH Macaé

Rodolfo dos Santos Coutinho Coimbra - Prefeitura Municipal de Macaé - Poder Público - Vice-presidente CBH Macaé

Fernando Jakitsch Medina - Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A - Usuário - Diretor

Thayná Fernandes Ribeiro Toledo - Associação Raízes - Sociedade Civil - Diretora

Hallison Daniel do Carmo Marques – CEDAE Companhia Estadual de Águas e Esgotos – Usuário - Diretor

Jolnnye Rodrigues Abrahão - Prefeitura Municipal de Rio das Ostras - Poder Público – Diretor

DIRETORIA DO CBH MACAÉ (2023-2024)

Rodolfo dos Santos Coutinho Coimbra - Prefeitura Municipal de Macaé (PMM) - Sociedade Civil – Diretor Presidente CBH Macaé

Thiêrs Portifório Wilberger - Instituto Internacional Arayara de Educação e Cultura – Instituto Internacional Arayara – Diretor Vice-presidente CBH Macaé

Virgínia Villas Boas Sá Rego - Associação de Promotores e Criadores de Práticas e Saberes Sustentáveis – Casa dos Saberes - Diretora Secretária

Fernando Jakitsch Medina - Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A - Usuário - Diretor

Jolnnye Rodrigues Abrahão - Prefeitura Municipal de Rio das Ostras - Poder Público – Diretor

José Eduardo Carramenha - TEPOR-Macaé Terminal Portuário de Macaé- Sociedade Civil - Diretora

COORDENAÇÃO DO GT PSA E BOAS PRÁTICAS DO CBH MACAÉ (2021-2022)

Affonso Henrique de Albuquerque Jr.- Coordenador do GT PSA e Boas Práticas

Maria Inês Paes Ferreira - Coordenadora Adjunta do GT PSA e Boas Práticas

COORDENAÇÃO DO GT PSA E BOAS PRÁTICAS DO CBH MACAÉ (2023-2024)

Affonso Henrique de Albuquerque Jr.- Coordenador do GT PSA e Boas Práticas

Maria Inês Paes Ferreira - Coordenadora Adjunta do GT PSA e Boas Práticas

MEMBROS DO GT PSA E BOAS PRÁTICAS DO CBH MACAÉ (2021-2022)

Affonso Henrique de Albuquerque Junior – EMATER-RIO – Poder público -
Coordenador GT PSA

Maria Inês Paes Ferreira – IFF-MACAÉ - Sociedade civil - Coordenadora adjunta GT
PSA

Maurício Mussi Molisani – NUPEM/UFRJ – Sociedade civil

Ramon Pittizer – Prefeitura Municipal de Nova Friburgo - Poder público

Kátia Regina Schottz Coelho de Albuquerque – Instituto Bioacqua - Sociedade civil -
Presidente CBH Macaé

Thayná Fernandes Ribeiro Toledo – Associação Raízes- Sociedade civil

Leideane Freire - AMA Lumiar - Sociedade civil

Mauro Calixto – Vale Azul Energia – Usuário

MEMBROS DO GT PSA E BOAS PRÁTICAS DO CBH MACAÉ (2023-2024)

Affonso Henrique de Albuquerque Junior – EMATER-RIO – Poder público -
Coordenador GT PSA

Maria Inês Paes Ferreira – IFF-MACAÉ - Sociedade civil - Coordenadora adjunta GT
PSA

Thiêrs Portifório Wilberger - Instituto Internacional Arayara de Educação e Cultura –
Instituto Internacional Arayara – Sociedade Civil

Virgínia Villas Boas Sá Rego - Associação de Promotores e Criadores de Práticas e
Saberes Sustentáveis – Casa dos Saberes – Sociedade Civil

Eduardo Bini da Silva - CECNA Centro de Estudos e Conservação da Natureza –
Sociedade Civil

Kátia Regina Schottz Coelho de Albuquerque – Instituto Bioacqua - Sociedade civil -
Presidente CBH Macaé

Francisco de Carvalheiro Câmara - Prefeitura Municipal de Nova Friburgo – Poder
Público

Leideane Freire - AMA Lumiar - Sociedade civil

Suenya Santos - Universidade Federal Fluminense – Sociedade Civil

Benjamin Sicsu - Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa – Usuário

Valbert Schott da Silva - Águas de Nova Friburgo – Usuário

EQUIPE DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO

Raquel Trevizam - Secretária Executiva

Cláudia Magalhães - Coordenadora Técnica-Administrativa

Marianna Cavalcante - Coordenadora de Projetos

Alice Azevedo - Analista técnica

Fernanda Hissa - Analista técnica

Thiago Cardoso - Assistente Administrativo

Juliana Luz - Assistente Administrativo

Robson Souza - Assistente Administrativo

Camila Carvalho - Estagiária

Gustavo Coelho - Estagiário

Rafael Duarte - Estagiário

Thayná Alonso – Estagiária

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE TÉCNICA

ESPECIALISTA EM RESTAURAÇÃO FLORESTAL (RESPONSÁVEL TÉCNICO)

Lawson Francisco Beltrame – Engenheiro Agrônomo - CREA RS010020

TÉCNICO DE MEIO AMBIENTE

Lauro Bassi – Engenheiro Agrônomo - CREA SC102738

ESPECIALISTA JURÍDICO

Lucas Michelini Beltrame – Bacharel em Direito - OAB 62171

ESPECIALISTA EM MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Fernando Moura Antunes – Biólogo - CrBio 126433/02-D

COORDENAÇÃO ADJUNTA

Elisa de Mello Kich – Engenheira Ambiental - CREA RS211253

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Área de estudo	15
2	Estimativa de custos para aplicação do programa	18
2.1	Custos de implementação e operação do programa	18
2.1.1	PSA	18
2.1.2	Monitoramento anual	18
2.1.3	Operação e Outros	21
2.1.4	Resultados	22
2.2	Custos de pagamento pelos serviços ambientais e boas práticas	23
2.2.1	Recomposição das áreas destinadas ao Programa de PSA e Boas Práticas	26
3	Estimativa de benefícios biofísicos e econômicos	30
3.1	Benefícios associados ao aporte de sedimentos	31
3.1.1	Estimativa da Taxa de Aporte de Sedimentos nos rios	32
3.1.2	Estimativa das vazões médias em cada bacia alvo	40
3.1.3	Aporte médio de sólidos em suspensão (SS) e estimativa da turbidez	42
3.1.4	Correlação entre turbidez e insumos tratamento de água	42
3.1.5	Resultados	45
3.2	Benefícios biofísicos associados ao potencial de armazenamento de carbono	47
4	Previsão de um programa de investimentos	50
4.1	Previsão de investimentos nas microbacias já definidas como prioritárias	51
4.1.1	PSA	51
4.1.2	Monitoramento Anual	52
4.1.3	Operação e outros	54
4.1.4	Recomposição Florestal	54
4.1.5	Resultados	55
5	Conclusões	56
6	Andamento das atividades e cronograma	59
7	Referências Bibliográficas	64
8	Anexos	67

Anexo I – Especificações Técnicas consideradas para estimativa de custos de Reflorestamento com Plantio Total.....67

Anexo II – Memorial de Cálculo dos custos de Reflorestamento com Plantio Total.

71

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Resumo visual da metodologia de análise de custo-benefício de implementação do Programa de PSA e Boas Práticas	14
Figura 1.2 - Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM	16
Figura 2.1 – Faixas de valores consideradas para avaliação dos cenários máximo, intermediário e mínimo	24
Figura 2.2 – Mapa das propriedades consideradas para simulação dos investimentos em pagamento por serviço ambiental na área de estudo.....	25
Figura 3.1 – Abordagens utilizadas para estimativa dos benefícios biofísicos.....	30
Figura 3.2 – Metodologia aplicada para estimar os benefícios biofísicos associados ao aporte de sedimentos	32
Figura 3.3 – Mapa da Erosividade na RV-VIII ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$). Fonte: Elaboração própria.	34
Figura 3.4 – Mapa da Erodibilidade na RV-VIII (t/ha/R). Fonte: Elaboração própria.	35
Figura 3.5 – Mapa do Modelo Digital de Elevação – MDE da RH-VIII. Fonte: SRTM, 2012.	36
Figura 3.6 – Mapa de Uso do Solo para o cenário atual (MapBiomass, 2021).	37
Figura 3.7 – Mapa de Uso do Solo para o cenário ideal. Fonte: Elaboração própria com base em MapBiomass, 2021.	37
Figura 3.8 – Mapa do aporte de sedimentos para os rios no cenário atual. Fonte: Elaboração própria.	39
Figura 3.9 – Mapa do aporte de sedimentos para os rios no cenário ideal. Fonte: Elaboração própria.	40
Figura 3.10 – Correlação entre dados de coagulante e turbidez utilizados entre 1978 e 2015 na ETA Raul Soares em Minas Gerais. Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos por Vieira, 2017.....	44
Figura 3.11 – Metodologia aplicada para estimar os benefícios biofísicos associados ao potencial de armazenamento de carbono	47
Figura 4.1 – Mapa das propriedades consideradas para simulação dos investimentos em pagamento por serviço ambiental nas áreas já priorizadas.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Caracterização dos pontos de captação de abastecimento de água e respectivas Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM	17
Tabela 2.1 – Levantamento de custos associados ao monitoramento anual	20
Tabela 2.2 – Outros custos associados à implementação e operação do programa	21
Tabela 2.3 – Resumo dos custos de implementação e operação do programa	22
Tabela 2.4 – Resultados dos quantitativos simulados para participação no Programa.	25
Tabela 2.5 – Resultados dos valores simulados para investimento anual no Programa.....	26
Tabela 2.6 – Preços de referência para recomposição florestal com técnica de plantio total e manutenção do plantio, estão considerados todos os encargos.....	28
Tabela 3.1 – Valores padrões para o fator de erodibilidade dos solos da RH-VIII	34
Tabela 3.2 - Valores padrão do fator CP para os usos e ocupações da RH-VIII.....	38
Tabela 3.3 – Vazões médias apresentadas no PRH e calculadas para as diferentes AIPMs.....	41
Tabela 3.4 – Equações que relacionam sólidos em suspensão e turbidez encontradas por diferentes autores.....	42
Tabela 3.5 – Resultados do aporte de sedimentos para os rios no cenário atual, ideal e a diferença entre eles	46
Tabela 3.6 - Valores padrão do fator CP para os usos e ocupações da RH-VIII.....	48
Tabela 3.7 – Resultados das estimativas do parâmetro biofísico relacionado ao armazenamento potencial de carbono	49
Tabela 4.1 – Resultados dos quantitativos simulados para participação no Programa consideram apenas as áreas já priorizadas	52
Tabela 4.2 – Resultados dos valores simulados para investimento anual no Programa para as áreas já priorizadas	52
Tabela 4.3 – Levantamento de custos associados ao monitoramento anual para as áreas prioritárias.....	53
Tabela 4.4 – Metas estabelecidas no Relatório de diretrizes e Normas para Recomposição Florestal.....	54

Tabela 4.5 – Resumo dos custos de implementação e operação do programa para as áreas prioritárias.....	55
Tabela 5.1 – Resultados das estimativas do parâmetro biofísicos e custos de implementação do programa para toda a RH-VIII.....	57
Tabela 6.1 – Tempo previsto para correções.....	59
Tabela 6.2 – Previsão de reuniões com o GT do CBH Macaé e seminários.....	60
Tabela 6.3 – Previsão e realização da entrega dos produtos	61
Tabela 6.4 – Diário de bordo do projeto	62
Tabela 8.1 – Espaçamento e densidade de mudas por hectare	68

LISTA DE SIGLAS

AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
AIPM	Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBH Macaé	Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras
CCA	Mercado de Créditos de Carbono da Califórnia
CILSJ	Consórcio Intermunicipal Lagos São João
EU ETS	Mercado Europeu de Emissões
EUPS	Equação Universal da Perda de Solo
FUNDRHI	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RH-VIII	Região Hidrográfica VIII
TNC	The Nature Conservancy
WWF	World Wild Fund (Fundo Mundial para a Natureza)

APRESENTAÇÃO

A partir do Ato convocatório Nº08/2022, o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), nas suas atribuições de entidade delegatária do Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé), selecionou empresa especializada para os serviços referentes à **“Elaboração de documentos necessários para implementação do Programa de PSA e Boas Práticas na RH-VIII, englobando aspectos jurídico-institucionais, contratuais e sociais”**, no âmbito do Programa de Trabalho denominado “Plano de Investimentos para o fomento da regularização ambiental das propriedades rurais da RH VIII” e com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) – Sub Conta VIII Região Hidrográfica Macaé e das Ostras. Sendo assim, o presente documento visa atender aos preceitos estipulados pelo Contrato Nº13/2022 firmado entre a empresa selecionada, Água e Solo Estudos e Projetos LTDA, e o CILSJ.

O presente documento, apresenta o Estudo de Viabilidade Econômica que visa subsidiar a argumentação para que o CBH Macaé busque apoiadores financeiros para o programa.

1 Introdução

O presente estudo tem o propósito de fazer uma avaliação econômica preliminar da implantação do Programa de PSA e Boas Práticas na RH-VIII através da avaliação de custos para a implementação e estimativas de benefícios biofísicos e econômicos advindos das mesmas. De forma resumida, é apresentado um balanço econômico/análise de custo-benefício, entre os ganhos financeiros provenientes da melhoria dos serviços ambientais (benefícios biofísicos) e os custos de investimento para aplicação do programa de PSA para os próximos dez anos. A redação está organizada conforme a ilustração da Figura 1.1.

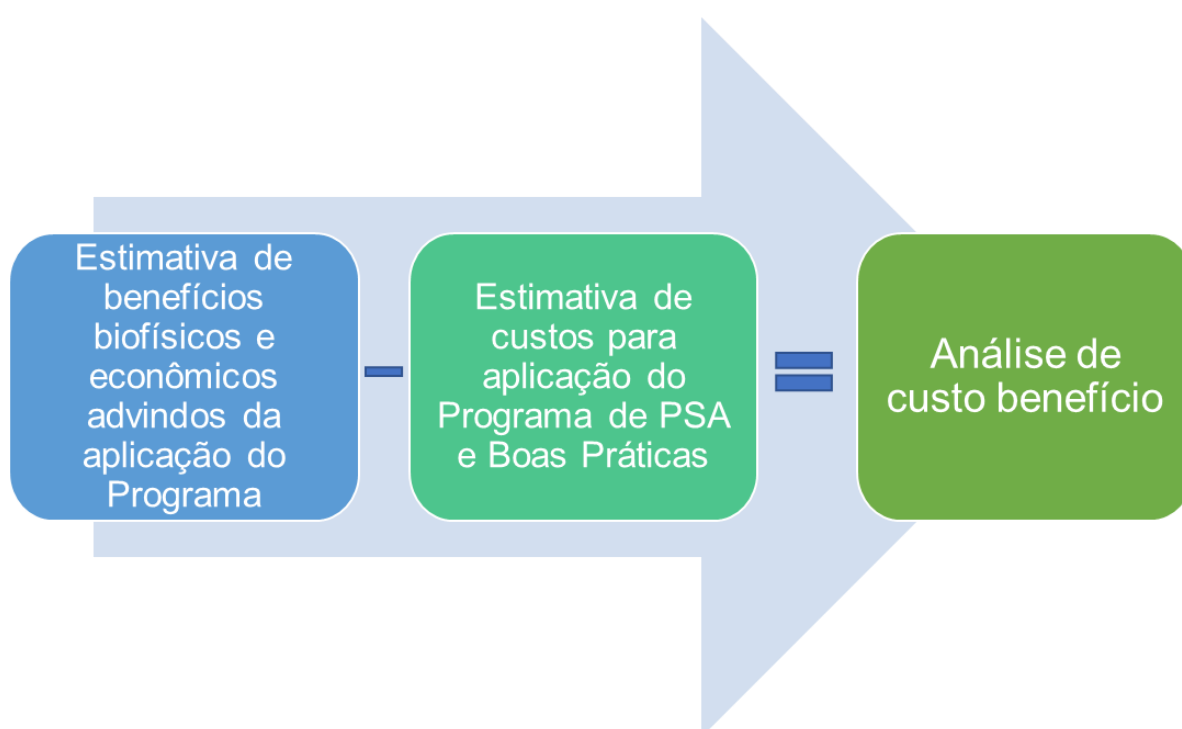


Figura 1.1 - Resumo visual da metodologia de análise de custo-benefício de implementação do Programa de PSA e Boas Práticas

Para elaboração desse documento foram utilizadas, como referência, as experiências de outros programas de PSA bem-sucedidos aplicados no Brasil e principalmente no estado do Rio de Janeiro, tais como o Produtor de Água e Floresta desenvolvido em Rio Claro, por iniciativa do comitê Guandu e sua entidade delegatária AGEVAP, assim como inúmeros estudos acadêmicos que buscam valorar os serviços ambientais a partir da observação da economia gerada com a aplicação de boas práticas.

1.1 Área de estudo

A área de estudo do presente documento trata-se da Região Hidrográfica VIII do estado do Rio de Janeiro, isto é, as bacias hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras. Como um dos objetivos deste trabalho é avaliar a potencialidade econômica para aplicação do Programa de PSA e Boas Práticas, dentro da RH-VIII serão focalizadas as sub bacias de abastecimento já definidas pelo INEA no Atlas Mananciais (INEA, 2018) e na Nota Técnica GEGET/DIBAP/INEA n°05/2021 (GEGET/DIBAPE/INEA, 2021) como Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM. Portanto, serão consideradas, quando possível, as 15 sub bacias individualmente em parte das avaliações ou todas da RH-VIII, quando a análise individual não for possível. A Figura 1.2 e a Tabela 1.1 apresentam o mapa da RH-VIII com as 15 sub bacias discriminadas em cores, de acordo com as diferentes faixas de área.

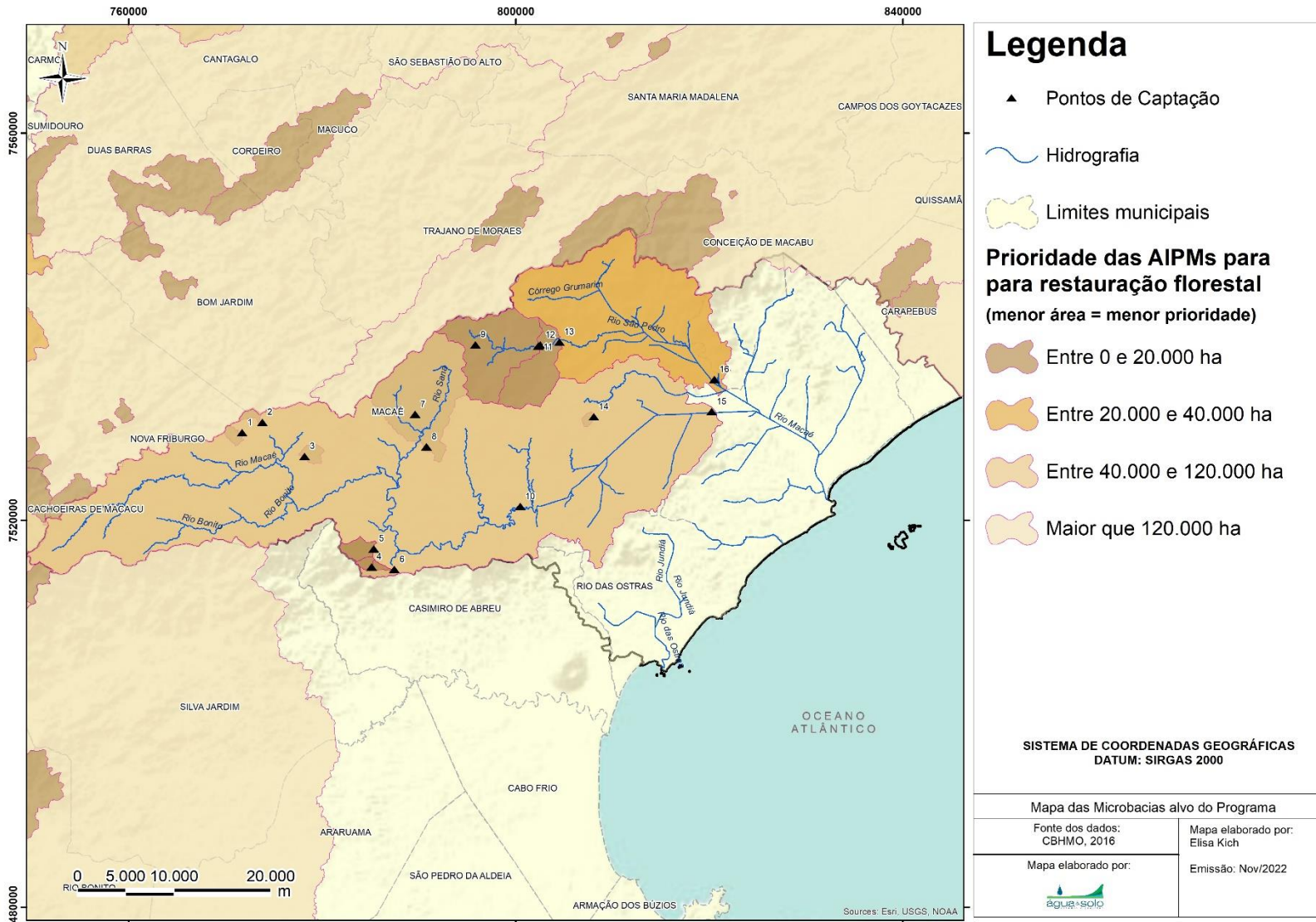


Figura 1.2 - Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM

Tabela 1.1 – Caracterização dos pontos de captação de abastecimento de água e respectivas Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM

AIPM	Corpo Hídrico	Localidade Atendida	Nome do Sistema	População Atendida	Área Total (ha)
1	Rio São Pedro	Macaé (Sede)	Sist. Mun. de Macaé - Futura Nova ETA em Macaé	-	30.646,68
2	Rio Macaé	Macaé (Sede)	Sist. Mun. de Macaé - ETA Macaé (Severina)	194.652	97.258,67
3	Córrego de Atalaia	Macaé (Sede)	Sistema Municipal de Macaé - UT Atalaia	-	121,03
4	Afluente do Rio São Pedro	Macaé (Distrito de Glicério (Localidades de Glicério e Óleo))	Sem Denominação	-	8.989,83
5	Córrego do Buião	Macaé (Distrito de Glicério (Localidades de Glicério e Óleo))	Sem Denominação	-	5.925,41
6	Rio São Pedro	Macaé (Distrito de Glicério)	Sem Denominação	-	5.915,87
7	Rio Macaé	Rio das Ostras (Sede)	Sist. Intermun. Macaé - C. de Abreu e Rio das Ostras - ETA Rio Dourado	99.905	65.422,00
8	Córrego do Roncador	Macaé (Distrito de Glicério)	Sem Denominação	-	63,35
9	Córrego da Glória	Macaé (Distrito de Sana)	Sem Denominação	-	7.454,98
10	Córrego do Palmital	Macaé (Distrito de Sana)	Sem Denominação	-	1.908,05
11	Córrego da Luz	Casimiro de Abreu (Sede)	Captação Córrego da Luz	35.347	525,07
12	Ribeirão da Luz	Casimiro de Abreu (Sede)	Captação Ribeirão da Luz		572
13	Córrego Matumbo	Casimiro de Abreu (Sede)	Captação Matumbo		166,15
14	Córrego Santa Margarida	Nova Friburgo (Distrito de Lumiar)	Sist. N. Friburgo - ETA Lumiar II - Santa Margarida	2.254	346,03
15	Córrego da Tapera	Nova Friburgo (Distrito de São Pedro da Serra)	Sist. de N. Friburgo - ETA Tapera	1.647	191,24
16	Córrego Sibéria	Nova Friburgo (Distrito de São Pedro da Serra)	Sist. N. Friburgo - ETA Bocaina	447	237,8

Fonte: Nota Técnica GEGET /DIBAP/INEA n°05/2021

2 Estimativa de custos para aplicação do programa

A estimativa dos custos foi dividida em duas:

- (i) Custos de implementação e operação do programa;
- (ii) Custos de pagamento pelos serviços ambientais e boas práticas.

2.1 Custos de implementação e operação do programa

O levantamento dos custos para implementação do Programa de PSA e Boas Práticas levou em consideração os valores de investimentos que já foram aportados até o presente momento (1º semestre de 2023) e também uma previsão de investimentos para toda a RH-VIII.

Para realizar a previsão de aplicação para toda a RH-VIII, foram considerados os custos com recomposição (restauração e regeneração) florestal, PSA, monitoramento anual e outros. Cada um será desmembrado nos subcapítulos a seguir.

2.1.1 PSA

Os custos com PSA foram estimados a partir das mesmas análises descritas no capítulo 2.2, a seguir, em que o cenário “Máximo” foi aplicado, ou seja, um investimento anual de R\$ 6.744.864,27.

2.1.2 Monitoramento anual

As estimativas de custo para o monitoramento anual partiram da premissa de que uma empresa seria contratada para realização do monitoramento em toda a área de estudo, sendo que a elaboração do PIIP é considerada o primeiro monitoramento. O Ato Convocatório AGEVAP Nº 07/2018 foi utilizado como base, pois, trata-se de um serviço que buscou fazer o monitoramento de propriedades que participam de um programa de PSA na região de Rio Claro – RJ, que compartilha de muitas semelhanças geomorfológicas e socioambientais com boa parte da RH-VIII. O Ato foi utilizado como referência, porém, todos os valores foram atualizados com base nas referências das tabelas DNIT mais atualizadas no momento da elaboração do presente documento. A referência de cada custo está elencada na primeira coluna da Tabela 2.1.

Para o monitoramento realizado durante a execução do referido ato convocatório foram necessários cerca de 4 meses para a equipe monitorar 60 propriedades sendo que a equipe era composta de um engenheiro florestal, um técnico de campo e um auxiliar de escritório. Portanto, utilizou-se como base para os levantamentos para a RH-VIII uma média de 15 propriedades por mês.

Evidente que o monitoramento não seria realizado apenas por uma equipe, diversas equipes atuariam em paralelo nos diversos pontos focais do Programa. Como cada equipe conseguiria assumir cerca de 180 propriedades por ano, seriam necessárias cerca de 10 equipes trabalhando paralelamente em toda a RH-VIII constantemente.

Sendo assim, o levantamento de custos detalhado pode ser observado na Tabela 2.1 para uma estimativa de trabalho de todas as equipes. Nas previsões apresentadas, foram considerados 176 horas de trabalho por mês, ou seja, 8h/dia e 22 dias/mês. O resultado do custo anual para um cenário em que todas as áreas avaliadas no capítulo 2.2 estão participando do programa é de R\$ 7.018.759,81.

Deve-se salientar aqui que 1904 propriedades participando do programa é um número pouco realista, uma vez que o Projeto Produtor de Água e Floresta nos seus quase 15 anos de atuação contou com um total de 285 participantes e o Programa Reflorestar do Espírito Santo, em 15 anos, atingiu a marca das 4000 propriedades, sendo a área de abrangência do Programa o estado todo. Sendo assim, os valores apresentados aqui devem ser tratados com parcimônia e vistos não como uma meta realista para curto prazo, porém como um potencial para a região.

Além disso, uma limitante de programas de PSA não é apenas o recurso financeiro disponível, mas também o número de possuidores disponíveis e interessados em aderir ao programa. Portanto os cálculos realizados aqui não levam em consideração essa limitação pois ela aparecerá à medida que o programa for sendo implementado.

Tabela 2.1 – Levantamento de custos associados ao monitoramento anual

Fonte	Item	Descrição	Período	Remuneração	Alocação	Número de equipes	Custo (R\$)	K	Preço Total (Com K) R\$
(DNIT, 2022)	Especialista em Restauração	Engenheiro Florestal Pleno com experiência comprovada em monitoramento florestal e habilidades em SIG/Geoprocessamento. Coordena e Executa, disponível em tempo integral para o projeto.	Mensal	R\$ 10.388,00	12	10	R\$ 1.246.560,00	2,53	R\$ 3.153.796,80
(DNIT, 2022)	Técnico Júnior	Técnico nas áreas ambiental, florestal, agronomia, biologia e afins. Auxiliar de campo e organização das informações coletadas.	Mensal	R\$ 2.558,31	12	10	R\$ 306.997,20	2,53	R\$ 776.702,92
(DNIT, 2022)	Auxiliar de Escritório	Segundo Grau completo. Secretário na tabela DNIT. Auxilia na comunicação com os produtores e na marcação das visitas às propriedades.	Mensal	R\$ 2.282,97	12	10	R\$ 273.956,40	2,53	R\$ 693.109,69
(DNIT, 2022)	Locação de Veículo, Caminhonete - 71-115 CV	Veículo forte o suficiente para vencer o período chuvoso e declividades acentuadas.	Mensal	R\$ 3.539,21	12	10	R\$ 424.705,20	1,27	R\$ 539.375,60
(DNIT, 2023)	Combustível	Dois tanques por mês e um tanque de 75 L. São 150L/mês com o preço do Diesel a R\$5,5.	Mensal	R\$ 825,00	12	10	R\$ 99.000,00	1,27	R\$ 125.730,00
(FAPE MIG, 2023)	Diárias	Custo de alimentação e estadia para duas pessoas	Diário	R\$ 258,00	528	10	R\$ 1.362.240,00	1,27	R\$ 1.730.044,80
TOTAL									R\$ 7.018.759,81

*considerando uma média de 22 dias úteis por mês para duas pessoas na equipe para 12 meses

$K1 = 2,53 - K1 = [(1+ES+ARDF)*(1+L)*(1+DFL)]$ – Equipe permanente

$K4 = 1,27 - K4 = (1+L)*(1+DFL)$ – Despesas diversas

ES – ENCARGOS SOCIAIS 81,79%; ARDF - ADMINISTRAÇÃO, RISCO E DESPESAS FINANCEIRAS 17,29%; L – LUCRO 8,76%; DFL - DESPESAS FISCAIS LEGAIS - 16,62%

Os K's foram calculados através de fórmulas estabelecidas pelo Acórdão 1787/2011. Os parâmetros utilizados foram estabelecidos pela Nota Técnica Conjunta nº 01/2012/SIP/SAF da Agência Nacional de Águas.

2.1.3 Operação e Outros

Para a operação do programa em termos de organização da documentação, auxílio na divulgação dos editais, seleção das propriedades e organização e gestão dos contratos, pensou-se em um Técnico nas áreas ambiental, florestal, agronomia, biologia, administração e afins.

Outros custos associados à implementação e operação do programa foram extraídos de experiências similares. Os custos anuais com comunicação, capacitação e gestão foram extraídos de (TNC, 2013) e estão apresentados na Tabela 2.2.

Comunicação e capacitação estão relacionadas a ações são necessárias para a divulgação das atividades, a adesão dos proprietários rurais ao programa e o aperfeiçoamento do mesmo. Contemplam a elaboração e distribuição de folders e cartazes, a disponibilização de informação sobre o programa em instituições públicas e privadas e a realização de eventos (reuniões, palestras e cursos). Outra atividade é a instalação de placas sinalizadoras do programa nas propriedades e vias de acesso as mesmas. Já os custos de gestão contemplam o custo da Coordenação Geral do programa, uma vez que esta coordenação é responsável por sua secretaria executiva.

Tabela 2.2 – Outros custos associados à implementação e operação do programa

Item	Custo Anual
Operação (1)	R\$ 77.629,52
Comunicação (2)	R\$ 23.980,00
Capacitação (2)	R\$ 2.600,00
Gestão (2)	R\$ 253.362,60

Fonte: (1) DNIT, 2022 (2) (TNC, 2013)

2.1.4 Resultados

A Tabela 2.3 apresenta um resumo dos levantamentos descritos nos subcapítulos anteriores e informa o custo total para uma previsão de 10 anos de Programa. Cabe ressaltar que os investimentos de planejamento e totais serão realizados uma vez.

Tabela 2.3 – Resumo dos custos de implementação e operação do programa

Custos de implementação	
Investimentos de planejamento	
Diagnóstico (CILSJ, 2022b)	R\$ 1.378.000,00
Elaboração da Documentação (CILSJ, 2022a)	R\$ 402.698,44
Investimentos totais	
Custos de Recomposição das áreas destinadas ao Programa (Cap.2.2.1)	R\$ 166.014.966,63
Investimentos Anuais	
Custos com PSA (Cap. 2.1.1)	R\$ 6.744.864,27
Monitoramento Anual (Cap. 2.1.2)	R\$ 7.018.759,81
Operação	R\$ 77.629,52
Comunicação (TNC, 2013)	R\$ 23.980,00
Capacitação (TNC, 2013)	R\$ 2.600,00
Gestão (TNC, 2013)	R\$ 253.362,60
Total (10 anos de projeto)	R\$ 309.007.627,14

Nota: O total está estimado para 10 anos de projeto, mas no total estão somadas as áreas de recomposição florestal que dificilmente serão executadas em 10 anos.

2.2 Custos de pagamento pelos serviços ambientais e boas práticas

Os custos de pagamento pelos serviços ambientais são aqueles associados ao valor pago diretamente ao prestador de serviço pela atividade de conservação ou recomposição aplicada com o Programa.

Para estimar os custos com pagamentos por serviços ambientais e boas práticas na região hidrográfica VIII, foram utilizadas as seguintes premissas:

- Utilizam-se as tabelas de PSA para simular também os valores para Boas Práticas;
- Há uma limitante monetária para participação do programa que é de 10ha*VR por modalidade, o que resulta, para o valor atual de VR, num total anual de R\$ 21.600,00 por imóvel;
- Só podem participar do programa aqueles imóveis com registro no Cadastro Ambiental Rural – CAR;
- Foram considerados apenas imóveis dentro de áreas de contribuição para pontos de abastecimento na RH-VIII, conforme Altas Mananciais (INEA, 2018) e atualizações.

E foram considerados os seguintes cenários:

- São utilizadas todas as propriedades inscritas no CAR para fazer a simulação (Figura 2.2 e Tabela 2.4);
- Cada propriedade forneceria 10% da sua área para participar do programa;
- Pontuação: máxima, intermediária e mínima e o cálculo para cada um foi realizado a partir das tabelas de PSA apresentadas na Resolução CBH Macaé nº 160/2022 (CBH Macaé, 2022).
 - Cenário máximo: Para toda a área disponibilizada da propriedade (10%) foi aplicado o maior¹ peso existente nas tabelas de PSA (1,5);
 - Cenário intermediário: Para toda a área disponibilizada da propriedade (10%) foi aplicado o peso médio das tabelas de PSA (1);
 - Cenário mínimo: Para toda a área disponibilizada da propriedade (10%) foi aplicado o menor peso das tabelas de PSA (0,3);

¹ O maior peso das tabelas é 2,5, porém, se restringe a áreas úmidas e brejos, enquanto o valor de 1,5 é mais bem distribuído entre os outros itens.

A Figura 2.1 representa os valores considerados e as 3 faixas: verde – menores valores; amarela – valores intermediários e; vermelha – valores mais altos. A definição dos valores máximo, intermediário e mínimo deu-se a partir da avaliação dos valores existentes nas tabelas de valoração e considerando o valor mais alto de cada faixa, apenas o valor máximo ficou diferente pois o valor de 2,5 se restringia à áreas úmidas e brejos.

Peso
0,05
0,1
0,15
0,2
0,3
0,5
0,6
0,7
0,8
1
1,1
1,2
1,25
1,5
2,5

Figura 2.1 – Faixas de valores consideradas para avaliação dos cenários máximo, intermediário e mínimo

Conforme apresentado na Tabela 2.4, o levantamento encontrou 1904 propriedades inseridas nas áreas de contribuição de pontos de captação para abastecimento e que são consideradas pelo INEA como “Áreas de Interesse para proteção e recuperação de mananciais de Abastecimento Público (AIPMs)” e que, portanto, devem ser priorizadas para a implementação do Programa de PSA e Boas Práticas.

O somatório da área total dessas propriedades é de 97.292,55 hectares. Para simular a participação no Programa estipulou-se que cada imóvel cederia 10% de sua área, somando um total de 9.729,25 hectares em toda a região. Foram então analisados os valores a serem pagos para cada propriedade e para aquelas que ultrapassassem o valor de 3X10haXVR, teriam o valor reduzido para este valor limitante. Por fim, o valor foi novamente convertido em área a partir da divisão por peso X VR, cujo somatório para todos os imóveis resultou em 6245 hectares para a simulação de peso máximo.

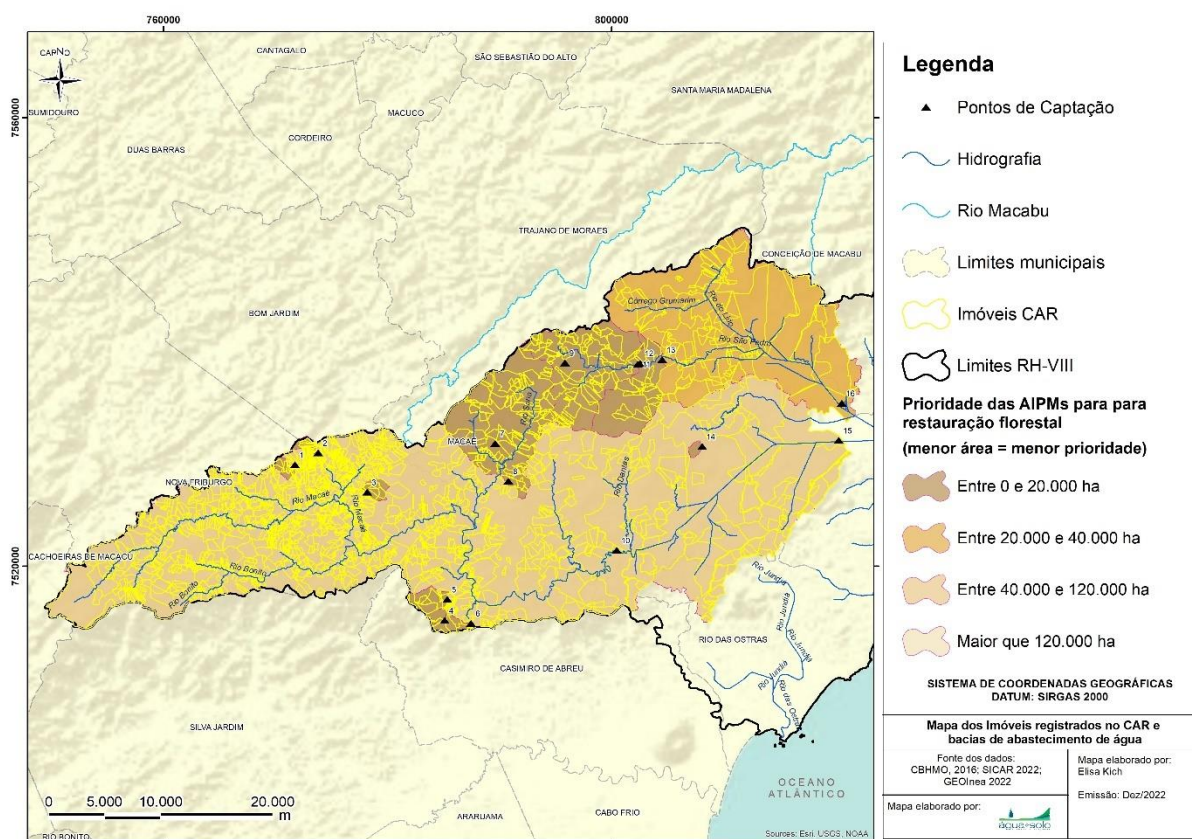


Figura 2.2 – Mapa das propriedades consideradas para simulação dos investimentos em pagamento por serviço ambiental na área de estudo

Tabela 2.4 – Resultados dos quantitativos simulados para participação no Programa.

Somatório	Valores
Total de propriedades	1.904
Área de todas as propriedades (ha)	97.292,55
10% das áreas (ha)	9.729,25
Área considerada (peso máx =1,5)	6245,24

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Para simular os valores máximos, intermediários e mínimos a serem investidos em PSA (Tabela 2.5), foi realizada uma simulação propriedade a propriedade em que:

1. – Foi calculado 10% da área da propriedade;
2. – Multiplicou-se este valor por cada uma das pontuações simuladas e por VR;
3. – Avaliou-se quais destes ultrapassavam $3X10haXVR$ que representa um imóvel que utiliza o valor máximo estipulado por modalidade para as três modalidades;
4. – Caso ultrapassasse, o cálculo daquele imóvel se restringia a $3X10haXVR$ de participação no programa, caso não ultrapassasse, o valor de calculado no passo 2 era considerado no cálculo;
5. - O valor foi novamente convertido em área a partir da divisão por peso X VR;

6. – O valor da área obtido no item 5 foi multiplicado pelos três pesos possíveis, separadamente (máximo, intermediário e mínimo) e pelo valor de referência (Equação 1);
7. – Foram somados os resultados do item 6 para todas as propriedades para cada peso, resultando nos valores apresentados na Tabela 2.5.

O valor de referência (R\$ 720/ ha.ano) e a Equação 1, são ambos estipulados pela Resolução nº160/2022 do CBH Macaé.

$$PSA = VR * \sum(A_i * P_n) \quad \text{Equação 1}$$

- i. PSA é o valor de pagamento dos serviços ambientais (R\$/ano);
- ii. VR é a unidade do Valor de Referência estabelecido (R\$.ha/ano);
- iii. A_i é a área (ha) reservada no imóvel para cada modalidade (i) de prestação de serviço;
- iv. P_n é o peso correspondente às n boas práticas agropecuárias existentes no imóvel beneficiário do PSA de acordo com as descrições a seguir.

Tabela 2.5 – Resultados dos valores simulados para investimento anual no Programa

	Máximo	Intermediário	Mínimo
Pontuação	1,50	1,00	0,30
Valor investido por ano em PSA	R\$ 6.744.864,27	R\$ 4.951.172,16	R\$ 1.848.475,43

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Sendo assim, os valores apresentados na Tabela 2.5 são os resultados da simulação para investimentos anuais no Programa para as modalidades de PSA e de Boas Práticas.

2.2.1 *Recomposição das áreas destinadas ao Programa de PSA e Boas Práticas*

Para estimar os custos com recomposição florestal, foram levados em consideração os aspectos técnicos descritos no Anexo I deste documento. O levantamento de custos foi realizado com dados de tabelas de referência e/ou cotações atualizadas para os anos de 2023 ou no máximo 2022 e a memória de cálculo encontra-se no Anexo II.

Embora seja possível a utilização de outras técnicas para recomposição florestal, tais como nucleação, enriquecimento, condução da regeneração natural, etc, para fins de planejamento, optou-se por considerar que em toda a área destinada à recomposição será aplicada a técnica de plantio total, pois esta é a técnica mais cara, sendo assim, qualquer outra aplicação será menos onerosa.

Os custos apresentados levam em consideração o monitoramento da recomposição, entretanto, é importante que antes de realizar a contratação do serviço completo, ou seja, plantio e o monitoramento, que seja discutido com o Grupo de Trabalho de PSA se alternativamente o monitoramento não pode ser realizado pelo provedor do serviço ambiental como contra partida. Essa questão precisa levar em conta que, caso o proprietário não realize o monitoramento de forma adequada, o prejuízo poderá ser maior.

A Tabela 2.6 apresenta os valores estimados para recomposição florestal levando em consideração todos os encargos tais como impostos e custos trabalhistas.

O valor estimado para cada hectare de recomposição ficou em R\$ 79.747,86. Em primeiro momento este valor pode parecer muito alto, porém está muito parecido com os valores contratados pela AGEVAP no ano passado (2022) para atividades de recomposição para o programa de PSA “Contratação de pessoa jurídica para a execução de ações de restauração ecológica em propriedades participantes do Projeto Produtores de Água e Floresta no município de Rio Claro, RJ.”²

Esses valores também podem ser utilizados como referência pois a AGEVAP vem desenvolvendo seu programa de PSA com recomposição florestal desde 2008, portanto, acumula bastante expertise no assunto. A contratação deste edital visava a recuperação de 44,87 hectares mesclando outras técnicas que não apenas o plantio total. O valor do edital é de R\$ 3.396.849,83, que dividido pelo número de hectares contratados resulta em R\$ 75.704,25.

² https://www.agevap.org.br/atos_view.php?id=712

Tabela 2.6 – Preços de referência para recomposição florestal com técnica de plantio total e manutenção do plantio, estão considerados todos os encargos

Item	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
		UNIDADE	R\$	R\$
PLANTIO				
CONTROLE DE FORMIGAS (TERMONEBULIZAÇÃO)	ha	1	R\$ 1.062,60	R\$ 1.062,60
CONTROLE DE FORMIGAS (ISCA GRANULADA)	ha	1	R\$ 136,55	R\$ 136,55
MÃO-DE-OBRA PARA ROÇADA SELETIVA SEMI-MECANIZADA	ha	1	R\$ 1.921,33	R\$ 1.921,33
CAPINA QUÍMICA	ha	1	R\$ 1.351,61	R\$ 1.351,61
MÃO-DE-OBRA PARA COROAMENTO	muda	1666	R\$ 1,87	R\$ 3.119,09
PLANTIO DE NATIVAS	muda	1666	R\$ 10,31	R\$ 17.168,63
CERCAMENTO	metro	400	R\$ 36,89	R\$ 14.755,11
ACEIRO	m ²	400	R\$ 2,28	R\$ 910,80
MANUTENÇÃO				
CONTROLE DE FORMIGAS (ISCA GRANULADA)	ha	7	R\$ 136,55	R\$ 955,85
ROÇADA	ha	5	R\$ 1.921,33	R\$ 9.606,66
CAPINA QUÍMICA	ha	1	R\$ 1.351,61	R\$ 1.351,61
COROAMENTO	muda	8330	R\$ 1,87	R\$ 15.595,43
ADUBAÇÃO DE COBERTURA	muda	4998	R\$ 1,88	R\$ 9.421,18
REPLANTIO DE NATIVAS	muda	167	R\$ 5,94	R\$ 989,28
LEGUMINOSAS DE COBERTURA	ha	1	R\$ 1.402,14	R\$ 1.402,14
VALOR TOTAL (hectare)			R\$ 79.747,86	

O valor médio encontrado para custos com recomposição, multiplicado por um terço da área considerada para participação no Programa (Tabela 2.4 - 2082 ha), foi de R\$ 166.014.966,63. Embora as análises estejam sendo realizadas para um período de 10 anos, os custos com recomposição não possuem um período definido pois a estimativa aqui apresentada é para reflorestamento com plantio total de 1/3 de 10% de todas as propriedades da RH-III, isso dificilmente se concretizaria num período de apenas 10 anos.

A área considerada para participação no Programa foi dividida por três pois, estes custos foram estabelecidos pensando em ações de recomposição florestal, sendo que, parte da área que o possuidor destinar para o Programa pode ser uma área já florestada e que será destinada para conservação florestal e outras para conservação do solo.

Além disso, é importante salientar que 2082 hectares é uma área muito grande. Esse valor é uma referência potencial e não deve ser entendido como uma meta realista para ser praticada nos próximos 10 anos. Outros programas de PSA no estado do Rio de Janeiro que estão em execução, em média há 8 anos, ainda não atingiram nem 500 hectares de restauração.

O programa que mais restaurou, o Projeto Produtor de Água e Floresta, atingiu a marca dos 470 hectares, sendo que este projeto está em vigor desde 2008.

Os dados para conservação também não atingem valores tão altos quanto os apresentados aqui, sendo o mais expressivo deles praticado pelo Projeto Conexão Mata Atlântica, em vigor desde 2017, que conservou 1726 hectares (INEA, 2023).

3 Estimativa de benefícios biofísicos e econômicos

A etapa de estimativa dos benefícios biofísicos procura quantificar o capital natural, identificando o valor associado aos projetos de recomposição. O objetivo aqui é demonstrar o potencial de retorno de investimentos na conservação da natureza e dos serviços ambientais que dela provêm.

Para estimar os benefícios biofísicos, foram utilizadas duas abordagens principais. A primeira diz respeito ao potencial de economia a ser proporcionada pela redução de insumos utilizados para tratamento de água em Estações de Tratamento de Água (ETAs) como consequência da atenuação da erosão promovida pela recomposição de APPs e da aplicação de boas práticas e conversão produtiva. A segunda é relativa ao potencial de armazenamento de gás carbônico da atmosfera através da recuperação das áreas de preservação permanente.

Para ambas as abordagens foi utilizado o modelo InVEST versão 3.12.1, desenvolvida pela iniciativa chamada “*The Natural Capital Project*”, formada pela cooperação entre a Universidade de *Stanford*, *The Nature Conservancy* - TNC e o Fundo Mundial para a Natureza – WWF. A Figura 3.1 apresenta um esquema das abordagens mencionadas.

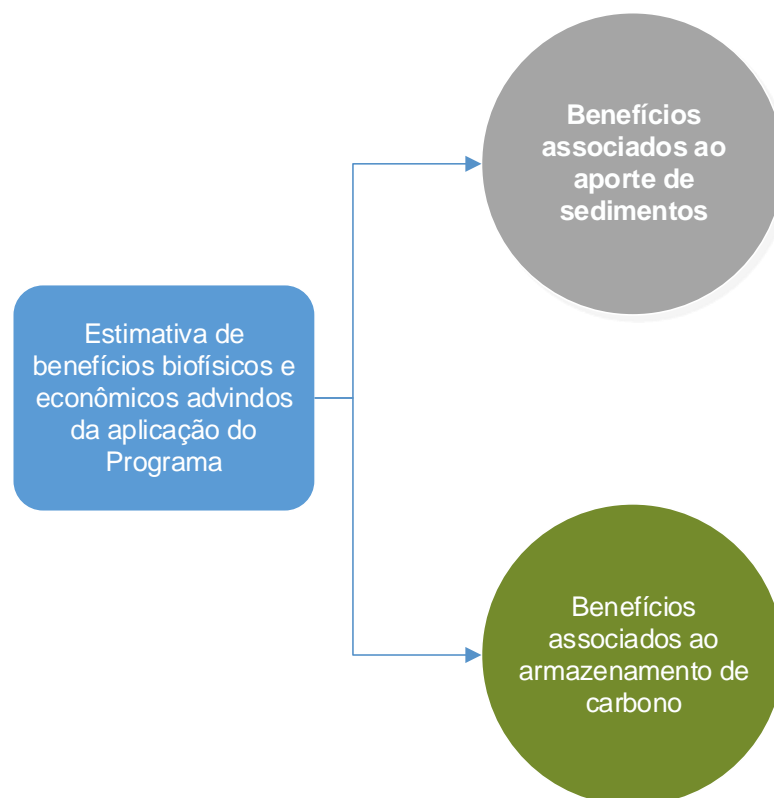


Figura 3.1 – Abordagens utilizadas para estimativa dos benefícios biofísicos

3.1 Benefícios associados ao aporte de sedimentos

Para a estimativa dos benefícios biofísicos associados à redução do aporte de sedimentos na área de estudo, utilizou-se o módulo “*Sediment Delivery Ratio*” ou “Taxa de aporte de sedimentos”, em português, do modelo InVEST.

Este módulo utiliza a Equação Universal de Perda de Solo para estimar o quanto do solo erodido é carregado para os rios. Conhecendo o quantitativo de sedimentos aportado nos rios e a vazão média, é possível estimar a concentração média de sedimentos em suspensão. Através de equações empíricas, o valor de sólidos em suspensão pode ser associado com a turbidez que, por fim, é correlacionada ao custo do tratamento de água para abastecimento humano.

Toda a simulação descrita no parágrafo anterior é aplicada duas vezes. A primeira vez para o cenário de uso do solo atual e a segunda vez para um cenário em que o uso do solo é modificado para uma situação considerada “ideal”, ou seja, em que todas as áreas de preservação permanente estão florestadas. Além disso, o fator associado as práticas conservacionistas de uso do solo é aplicado para todas as áreas de agricultura e pastagem, de forma que neste cenário “ideal” a agropecuária seja uma atividade de menor impacto para o meio ambiente.

A Figura 3.2 apresenta um resumo desse esquema e os capítulos a seguir apresentam um detalhamento das metodologias mencionadas para cada etapa e seus resultados parciais. O capítulo 3.1.5 apresenta os resultados da análise de benefícios biofísicos associados aos sedimentos.

É importante ressaltar que o estudo apresentado aqui parte de uma série de inferências que naturalmente carregam consigo diversas incertezas. Os resultados encontrados devem, portanto, ser analisados com parcimônia e usados para avaliar tendências e grandezas, ou seja, refletem mais um potencial do que valores reais.

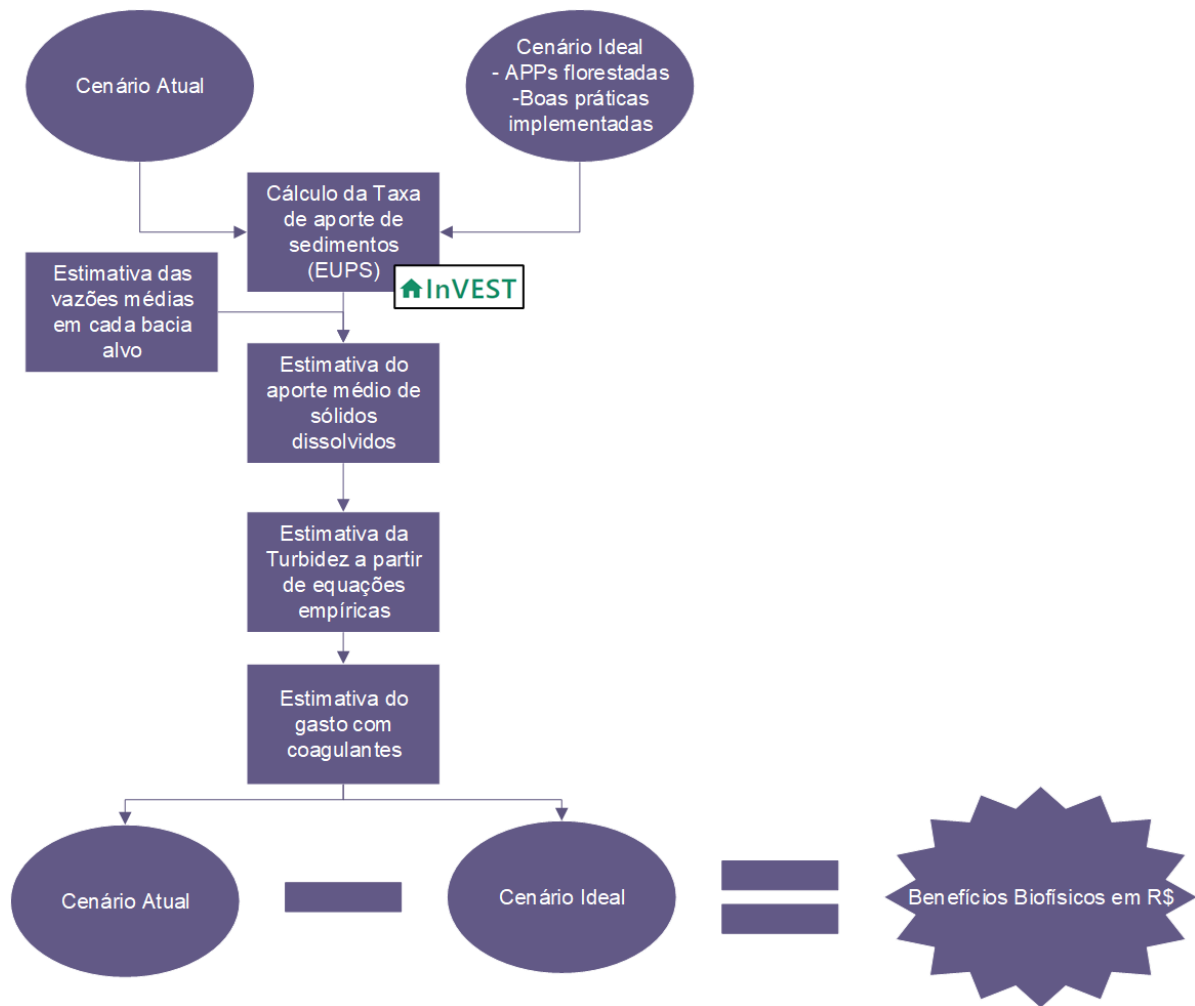


Figura 3.2 – Metodologia aplicada para estimar os benefícios biofísicos associados ao aporte de sedimentos

3.1.1 Estimativa da Taxa de Aporte de Sedimentos nos rios

O modelo InVEST utiliza como base a Equação Universal de Perda do Solo (EUPS) expressada pela seguinte equação:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad \text{Equação 3.1}$$

Em que,

A = perdas de solo (t/ha.ano);

R = erosividade das chuvas (MJ/ha).(mm/h);

K = erodibilidade do solo (t.ha.h)/(MJ.mm);

LS = fator de declividade e comprimento da rampa (Adimensional);

C= fator cobertura;

P = fator práticas conservacionistas (Adimensional).

Para aplicação da equação no modelo InVEST são requeridos os seguintes parâmetros de entrada apresentados nos subcapítulos a seguir.

3.1.1.1 Erosividade

O cálculo da erosividade na bacia foi realizado por meio da Equação 3.2, proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, para determinação de um valor médio do índice de erosividade, por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação calculada a partir da seguinte equação:

$$EI = 89,823 \times \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0.759} \quad \text{Equação 3.2}$$

Em que,

EI = média mensal do índice de erosividade (MJ.mm/ha/ h);

r = média mensal de precipitação (mm);

P = média anual de precipitação (mm).

A partir do somatório do EI de todos os meses obteve-se o fator R para cada estação da bacia, como mostra a Equação 3.3.

$$R = \sum EI \quad \text{Equação 3.3}$$

Em que,

R = fator de erosividade (Mg.mm/ha.h.ano)

EI = média mensal do índice de erosividade (MJ.mm/ha/ h)

Os dados de entrada para a Equação 3.2 foram obtidos do Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM, 2006), as isoietas foram transformadas em *raster* para executar as operações. Os resultados obtidos para Erosividade na RH-VIII podem ser visualizados na Figura 3.2.

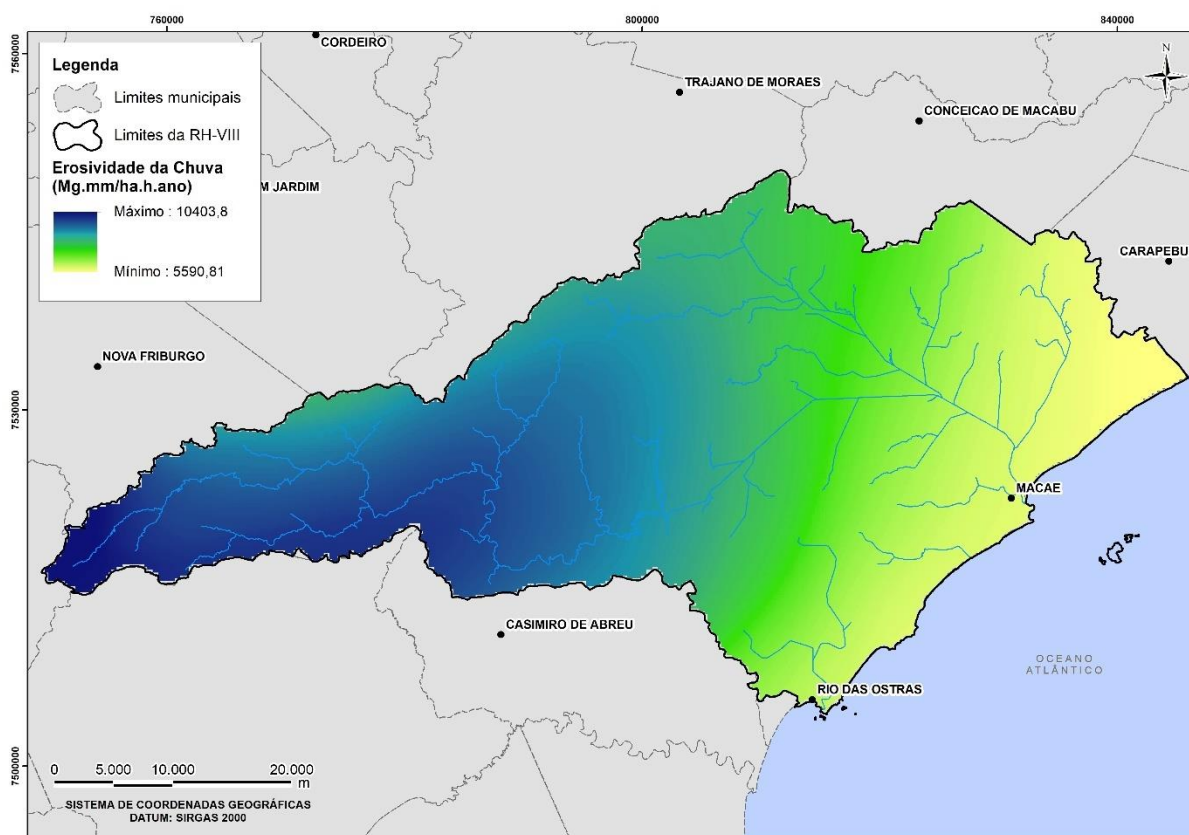


Figura 3.3 – Mapa da Erosividade na RV-VIII ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$). Fonte: Elaboração própria.

3.1.1.2 Erodibilidade do solo

Os parâmetros do fator K para os diferentes tipos de solos foram obtidos por meio de consulta à literatura. A base para classificação dos solos na bacia foi o mapa Pedológico do Rio de Janeiro obtido do portal GeoINEA. Os valores adotados de erodibilidade para cada classe de solo e as respectivas referências de obtenção são apresentados na Tabela 3.1. O mapa de erodibilidade resultante para a RH-VIII está apresentado na Figura 3.4.

Tabela 3.1 – Valores padrões para o fator de erodibilidade dos solos da RH-VIII

Classe de Solo	Fator K	Fonte
Ad - Solos Aluviais distróficos	0,064	(Nogueira, 2000)
Ca - Cambissolo álico	0,04	(Santana Macedo et al., n.d.)
GPa - Glei Pouco Humico álico	0,025	(Drumond Ramos et al., 1980)
GPs - Glei Pouco Humico salino sódico	0,025	(De Lima et al., 2001)
HPd - Podzol Hidromorfo distrófico	0,038	(Nogueira, 2000)
LVa - Latossolo Vermelho-Amarelo álico	0,017	(Nogueira, 2000)
Od - Solos Organicos distróficos	0,061	(Marco da SILVA & Alcarde ALVARES, 2005)
PAa - Podzólico Amarelo álico	0,038	(Nogueira, 2000)

Classe de Solo	Fator K	Fonte
PVa - Podzolico Vermelho-Amarelo álico	0,004	(Marques et al., 1997)
PVd - Podzolico Vermelho-Amarelo distrófico	0,027	(Marques et al., 1997)
Ra - Solos Litólicos álicos	0,035	(Drumond Ramos et al., 1980)

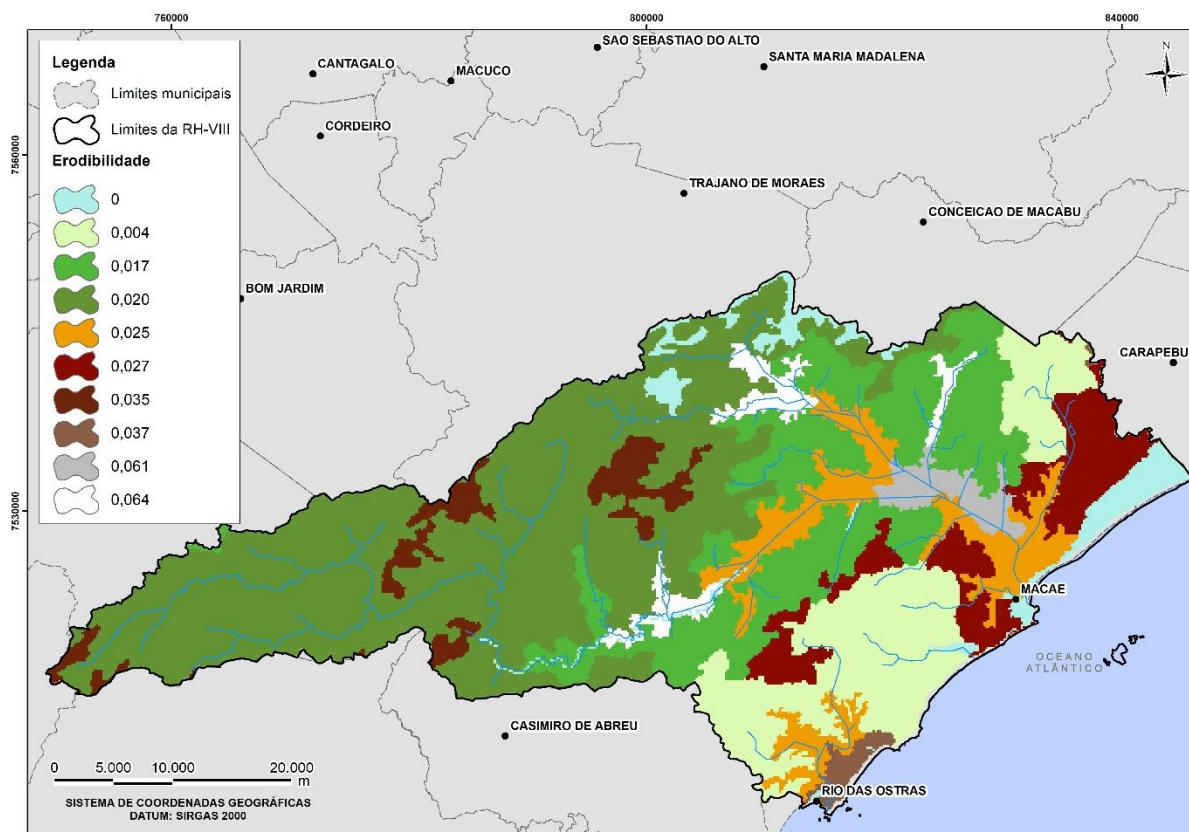


Figura 3.4 – Mapa da Erodibilidade na RV-VIII (t/ha/R). Fonte: Elaboração própria.

3.1.1.3 Modelo Digital de Elevação (MDE)

O MDE é utilizado pelo modelo inVEST para o cálculo do fator de declividade e comprimento da rampa (LS). O MDE foi obtido de um mosaico de imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) do ano 2012, com resolução espacial de 90 metros, baixado do site do instituto de ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e é apresentado na Figura 3.5.

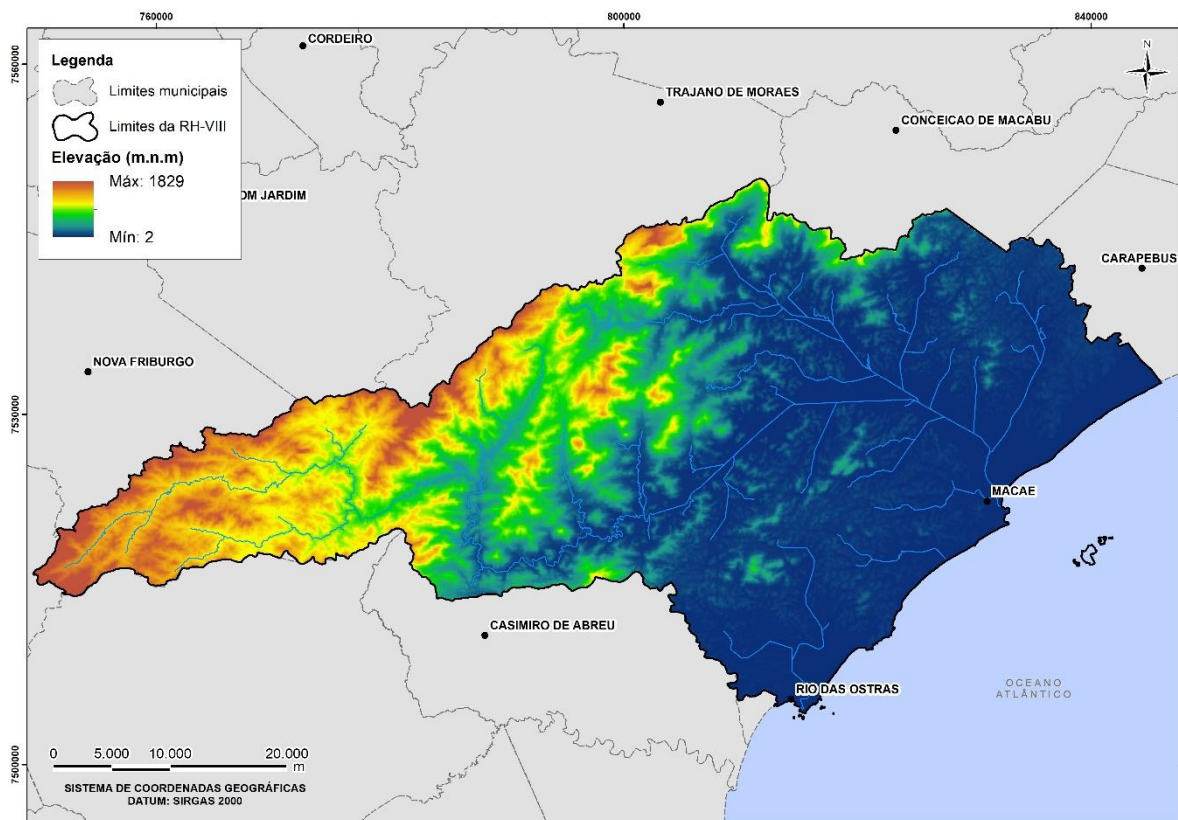


Figura 3.5 – Mapa do Modelo Digital de Elevação – MDE da RH-VIII. Fonte: SRTM, 2012.

3.1.1.4 Mapa de uso do solo

O mapa de uso do solo utilizado para a simulação do cenário atual foi obtido do projeto MapBiomass para o ano mais atual disponibilizado, no caso, 2021 (Figura 3.6).

O mapa de uso do solo utilizado para a simulação do cenário ideal (Figura 3.7) foi criado a partir do produto do MapBiomass para 2021, mas com uma manipulação de *rasters* desenvolvida no software Arcgis. O *raster* de uso do solo foi mesclado com as áreas de preservação permanente disponibilizadas no portal GeolNEA para:

- Nascentes;
- Topos de Morro;
- Declividade;
- Rios (buffer de 10m).

A estas áreas foi atribuída a categoria de uso do solo de “floresta” de forma que o mapa passou a representar uma situação em que todas as APPs da RH-VIII estivessem florestadas. Posteriormente, as áreas urbanas e os afloramentos rochosos foram sobrepostos novamente às APPs por se considerar que mesmo num cenário ideal, as APPs de áreas urbanas não serão regeneradas.

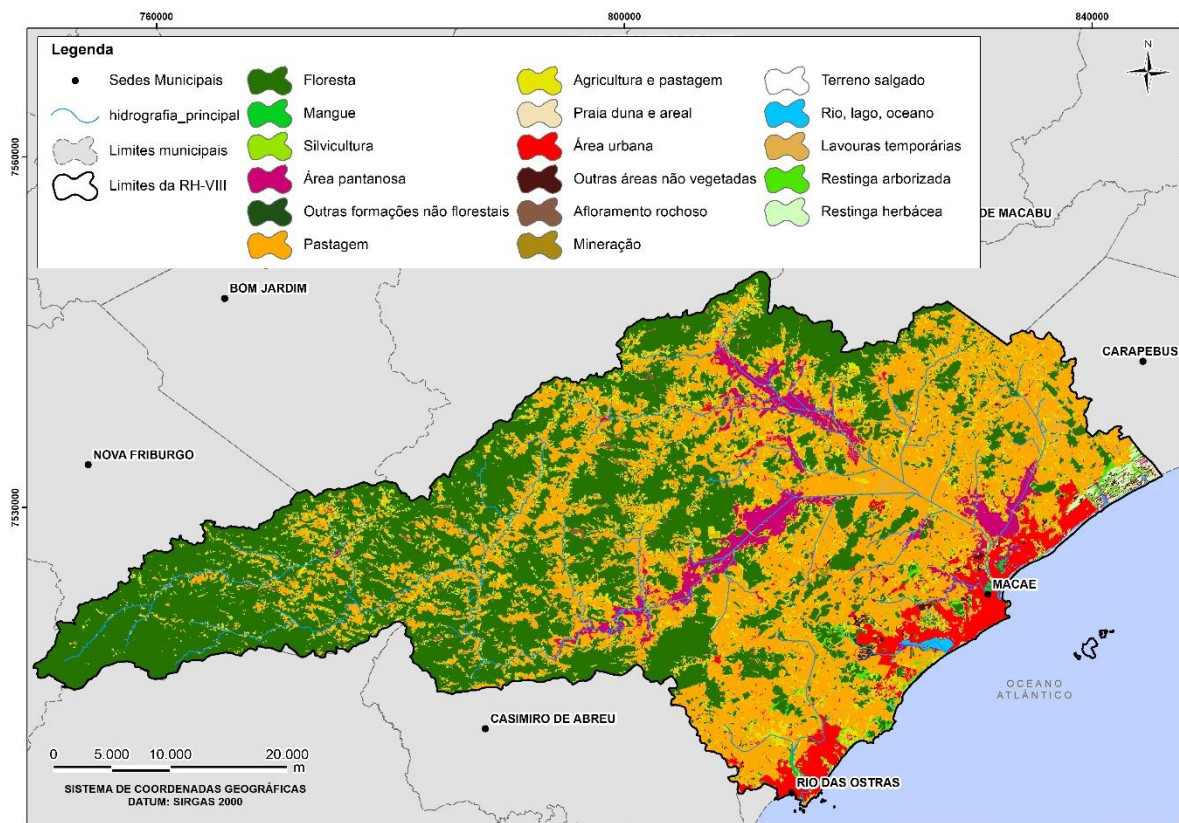


Figura 3.6 – Mapa de Uso do Solo para o cenário atual (MapBiomass, 2021).

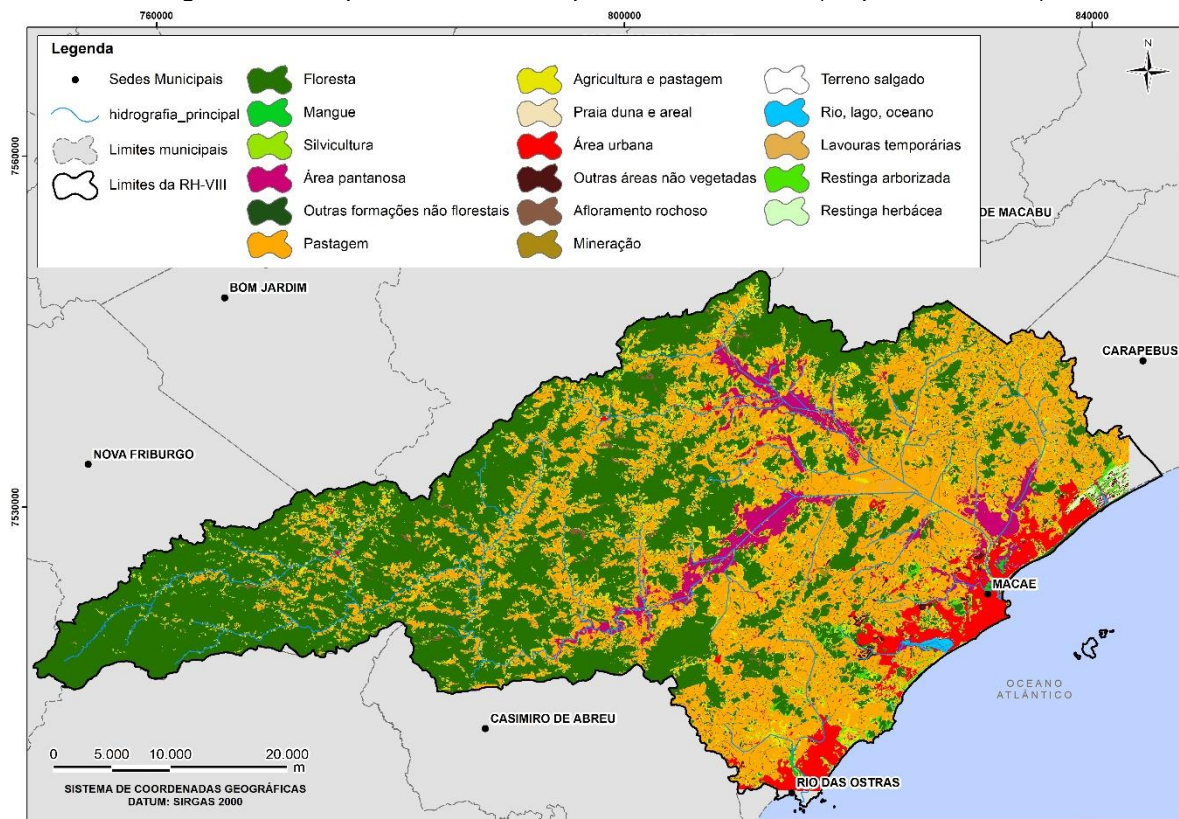


Figura 3.7 – Mapa de Uso do Solo para o cenário ideal. Fonte: Elaboração própria com base em MapBiomass, 2021.

3.1.1.5 Tabela que correlaciona o uso do solo com os fatores C e P

O fator de uso da terra (C) e práticas conservacionistas (P) estão diretamente relacionados ao uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo, o valor do fator CP pode variar de 0 a 1. Valores altos de CP (próximos a 1) implicam em valores maior de erosão conforme a Equação 3.1. Deste modo, regiões que apresentam uso e manejo deficiente do solo e possuem coberturas pouco defensivas aos processos erosivos (tais como solo exposto) ocasionam magnitudes maiores do fator.

Para cada uso e ocupação do solo foi atribuído um valor de literatura obtido em trabalhos similares de perda de solo. Estes dados foram classificados e cada uso teve um valor C específico para o uso do solo.

O fator P para o cenário atual foi considerado como 1, simulando que em toda a bacia não são aplicadas práticas conservacionistas atualmente. Para o cenário ideal, foi estabelecido valores de práticas conservacionistas para os usos do solo “pastagem” “agricultura e pastagem” e “lavouras temporárias” como mostra a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Valores padrão do fator CP para os usos e ocupações da RH-VIII

Classes de Uso do Solo	Fator C	Fator P (cen. Atual)	Fator P (cen. Ideal)
Floresta	0,00004	1	1
Mangue	0,0001	1	1
Silvicultura	0,001	1	1
Área Pantanosa	0,0001	1	1
Outras formações não florestais	0,001	1	1
Pastagem	0,0288	1	0,5
Agricultura e pastagem	0,0288	1	0,5
Praia, duna e areal	1	1	1
Área Urbana	0	1	1
Outras áreas não vegetadas	0	1	1
Afloramento Rochoso	0	1	1
Mineração	0,1	1	1
Terreno Salgado	0,055	1	0,5
Rio, lago, oceano	0	1	1
Lavouras temporárias	0,1	1	1
Restinga arborizada	0,01	1	1
Restinga Herbácea	0,01	1	1

Fonte: (Correa Thomas et al., 2006)

3.1.1.6 Resultados da Taxa de Aporte de Sedimentos nos rios

A distribuição espacial do aporte de sedimentos na RH-VIII é apresentada na Figura 3.8 e na Figura 3.9, para o cenário atual e ideal, respectivamente. A variação das cores representa o quanto cada pixel da imagem contribui para aportar sedimento para o sistema de drenagem.

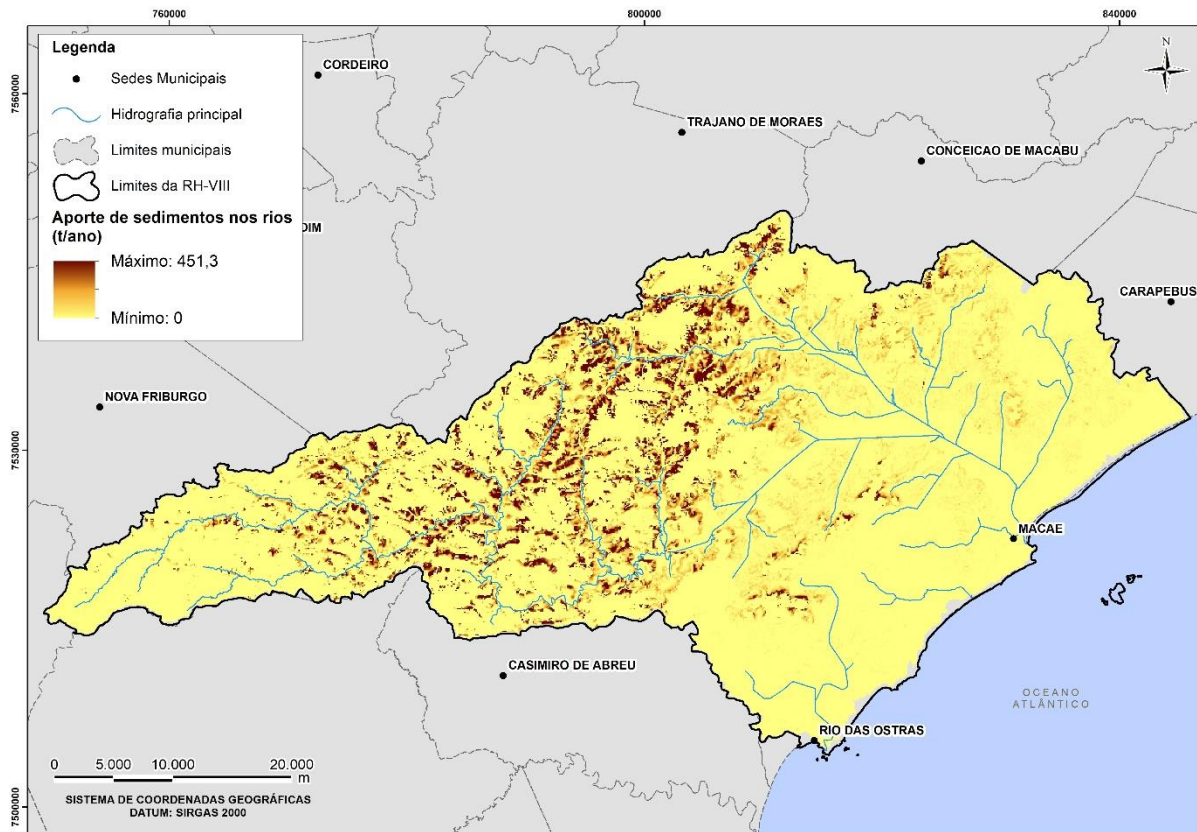


Figura 3.8 – Mapa do aporte de sedimentos para os rios no cenário atual. Fonte: Elaboração própria.

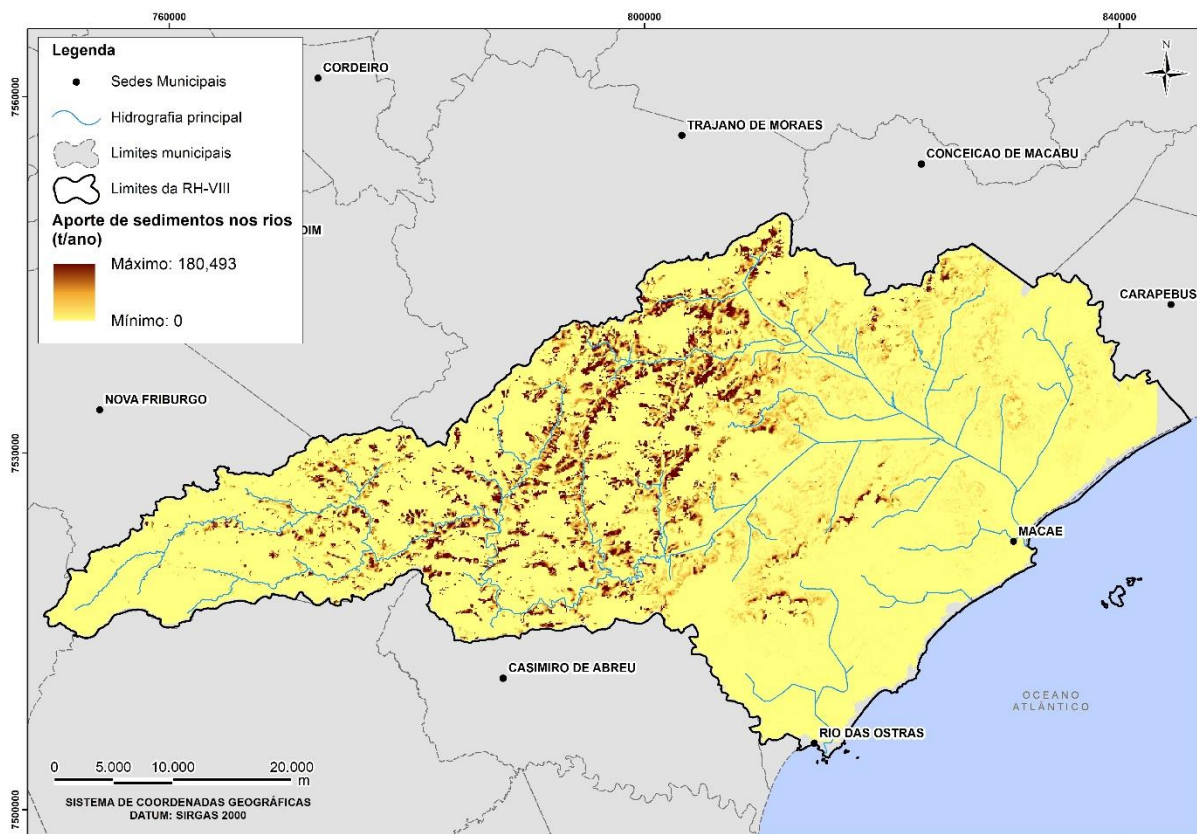


Figura 3.9 – Mapa do aporte de sedimentos para os rios no cenário ideal. Fonte: Elaboração própria.

3.1.2 Estimativa das vazões médias em cada bacia alvo

As vazões médias foram obtidas por regionalização de vazões pelo método da proporcionalidade de área a partir de dados das estações mais próximas e/ou inseridas na mesma sub bacia hidrográfica. A Tabela 3.3 apresenta os dados obtidos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé, 2014) e os respectivos valores de vazão de cada estação e os regionalizados para os pontos das AIPMs.

Tabela 3.3 – Vazões médias apresentadas no PRH e calculadas para as diferentes AIPMs

Dados PRH (2014)			Dados Calculados para as AIPMs		
Rio/Local atribuído	Área (ha)	Qmédia (m³/s)	AIPM	Área (ha)	Qmédia regionalizada (m³/s)
São Pedro Montante BR-101	37300	9,6	Rio São Pedro - sist. Macaé	21691	5,58
Macaé Jusante São Pedro	141600	42,2	Rio Macaé	87922	26,20
Macaé Fazenda Airis	83100	28,3	Córrego do Atalaia	121	0,04
Macaé Fazenda Airis	83100	28,3	Afluente do Rio São Pedro	3078	1,05
Macaé Fazenda Airis	83100	28,3	Rio São Pedro - Córrego Buião	5861	2,00
Macaé Fazenda Airis	83100	28,3	Rio Macaé - sist. Ostras	65170	22,19
Macaé São Romão	33800	13,5	Córrego do Roncador	63	0,03
Macaé São Romão	33800	13,5	Córrego da Glória	5554	2,22
Macaé São Romão	33800	13,5	Córrego Palmital	1910	0,76
Macaé Ponte do Baião	65900	23,6	Córrego da Luz	359	0,13
Macaé Ponte do Baião	65900	23,6	Ribeirão da Luz	573	0,21
Macaé Ponte do Baião	65900	23,6	Córrego Matumbo	166	0,06
Macaé Galdinópolis	10100	4	Córrego Sta Margarida	346	0,14
Macaé Galdinópolis	10100	4	Córrego da Tapera	191	0,08
Macaé Galdinópolis	10100	4	Córrego da Sibéria	238	0,09
Macaé Foz	171200	47,2	Exutório da Bacia	201126	47,20

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de CBH Macaé, 2014.

3.1.3 Aporte médio de sólidos em suspensão (SS) e estimativa da turbidez

Para estimar o aporte médio de sólidos em suspensão na bacia, utilizou-se o aporte anual de sedimentos e dividiu-se pela vazão média, obtendo assim uma concentração de SS em mg/L.

A medida de turbidez está diretamente relacionada à quantidade de sólidos em suspensão na água. Para relacionar os dois parâmetros, algumas equações empíricas foram estabelecidas. A Tabela 3.4 apresenta as equações empíricas utilizadas para servirem como referência para o presente estudo.

Tabela 3.4 – Equações que relacionam sólidos em suspensão e turbidez encontradas por diferentes autores

Autor	Equação
Carvalho et al (2004)	$T = 94,129 e^{0,0046 SS}$
Paiva et al (2002)	$SS = 21,704 e^{0,0085 T}$
Teixeira e Senhorelo (2000)	$T = (\ln SS - 1,57)/0,1$

Em que T é a Turbidez em NTU e SS são os sólidos suspensos em mg/L.

O ideal para este estudo é que fosse estabelecida uma equação empírica para a região de estudo, ou seja, que a partir de séries históricas de medição de turbidez e de sólidos em suspensão que essa relação fosse estabelecida. Porém, diante da ausência dessas informações, optou-se por utilizar a equação proposta por Teixeira e Senhorelo (2000) que foi a que mais se aproximou dos dados conhecidos de turbidez na região de estudo. Esse parâmetro é de grande sensibilidade para toda a análise que está sendo realizada para avaliação deste parâmetro biofísico, sendo assim, recomenda-se que, se houver oportunidade de conhecer as séries históricas de turbidez para qualquer uma das AIPMs, será de grande valor para a atualização das informações aqui encontradas. Os resultados estão apresentados no capítulo 3.1.1.6.

3.1.4 Correlação entre turbidez e insumos tratamento de água

A turbidez é um dos parâmetros da qualidade da água mais sensíveis à percepção da qualidade pelos consumidores. A turbidez é a medição da resistência da água à passagem de luz, provocada pela presença de partículas flutuando na água e por isso está diretamente relacionada com a quantidade de sedimentos em suspensão presentes na água. Sendo assim, é um parâmetro medido frequentemente nas

estações de tratamento de água e cuidadosamente monitorado antes de após o tratamento.

Uma das etapas do tratamento da água que age na redução da turbidez é a coagulação seguida da floculação, esse processo é realizado a partir da injeção de agentes químicos que agem na desestabilização elétrica das partículas proporcionando que estas sejam agregadas e facilitando sua decantação. Esses agentes químicos são insumos de grande importância para os custos totais do tratamento de água e quanto maior a quantidade de sólidos em suspensão existentes na água, ou seja, quanto maior a sua turbidez, mais esses insumos são necessários, encarecendo o processo de tratamento. Coagulantes muito utilizados no Brasil são o Sulfato de Alumínio, o Cloreto Férrico e o Policloreto de Alumínio.

Para poder entender a possível redução ou aumento nos custos do tratamento de água é necessário estabelecer uma relação entre a variação da quantidade de coagulantes utilizada e a variação da turbidez da água. O ideal é que essa relação seja estabelecida em cada microbacia estudada, buscando os dados com as operadoras dos serviços de saneamento locais. No caso na inexistência ou impossibilidade de obtenção desses dados, pode-se utilizar dados de outras microbacias ou de outros estudos.

Ferrari Constantino & Yamamura, 2009 obtiveram essa relação para uma Estação de Tratamento de Águas em Maringá, no Paraná, porém ao invés do quantitativo de coagulante, utilizaram o valor gasto com este insumo.

Bassi, 2002 estudou a aplicação de boas práticas na agricultura em uma microbacia em Santa Catarina e avaliou os dados de custos de coagulantes usados no tratamento de água e a variação dos valores de turbidez encontrados por quatro anos, encontrando uma relação significativa entre a redução do aporte de sedimentos na microbacia e dos custos com coagulantes. Cabral & Júnior, 2011 apresentam uma equação estabelecida pela SABESP, em 2011, entre custo de aplicação de sulfato de alumínio e a turbidez.

Todos esses trabalhos estudam a relação da turbidez e do custo de aplicação de coagulantes o que agrega uma fragilidade para a utilização dessa informação que é a inflação. É possível aplicar um fator de correção monetário nestas equações, porém seria mais um fator de incerteza. Sendo assim, optou-se por utilizar o trabalho de

Vieira (2017) que utilizou 35 anos de dados mensais de turbidez e sulfato de alumínio no tratamento de água da ETA Raul Soares em Minas Gerais, que capta água do rio Matipó.

Vieira, (2017) encontrou uma correlação linear entre as médias mensais de todos os anos de kg de sulfato de alumínio e turbidez, entretanto, encontrou-se uma fragilidade nesta abordagem por terem sido utilizados um total de apenas 12 dados, pois o ajuste linear leva a uma extrapolação em que existiriam valores negativos, sendo isso fisicamente impossível. Portanto, optou-se por utilizar os mesmos dados disponibilizados pela autora no anexo do documento, para construir uma curva com todos os dados mensais da série e estabelecer um ajuste logarítmico que estivesse fisicamente coerente. Sendo assim, foi estabelecida a curva apresentada na Figura 3.10 e a Equação 4 foi utilizada como referência no estudo para inferir os quantitativos de coagulante atribuídos a alterações na turbidez da água.

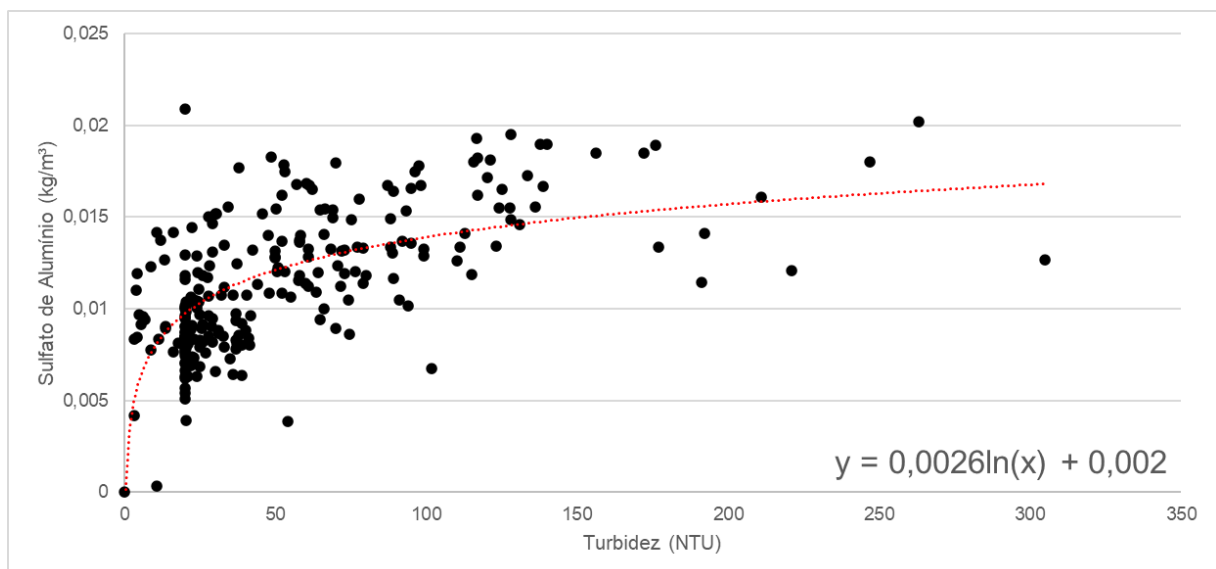


Figura 3.10 – Correlação entre dados de coagulante e turbidez utilizados entre 1978 e 2015 na ETA Raul Soares em Minas Gerais. Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos por Vieira, 2017.

$$SA = 0,0026 \ln(T) + 0,002$$

Equação 4

Em que SA é o sulfato de alumínio em kg e T é turbidez em NTU.

Sendo assim, a Equação 4 foi utilizada para estabelecer a relação dos dados de turbidez encontrados e os custos relacionados com o tratamento de água na RH-VIII. Foram utilizados valores de R\$ 8,5/kg de sulfato de alumínio. Os resultados são apresentados no subcapítulo seguinte.

3.1.5 Resultados

A Tabela 3.5 apresenta os resultados distribuídos nas AIPMs. A maior parte das bacias ficou sem resultado em valores monetários, pois a obtenção desses valores depende de conhecer a população abastecida pelo sistema de abastecimento em questão.

Mesmo assim, para todas as AIPMs está apresentada a estimativa do aporte de sedimentos anual por hectare. Esses valores por si só já trazem uma ideia de quais bacias contribuem mais para a alteração da turbidez da água, sendo assim uma informação relevante para a definição das bacias prioritárias para implementação do programa.

Apesar de a RH-VIII não ser uma bacia de abastecimento, ou seja, no seu exutório não haver captação de água, as estimativas também foram realizadas para a região como um todo para uma questão de avaliação potencial.

A Tabela 3.5 mostra que algumas AIPMs têm maior potencial para redução no aporte de sedimentos do que outras. As principais são Rio São Pedro – Córrego Buião e Afluente do Rio São Pedro, que reduziriam em maior quantidade de toneladas de sedimentos aportadas por hectare nos rios em cada ano. Infelizmente não se conhece a população atendida pelo abastecimento nessas AIPMs de forma que não possam ser realizados os cálculos para redução de turbidez e economia com coagulantes. Mesmo assim, esses resultados podem sugerir um direcionamento quanto às bacias a serem priorizadas nos próximos ciclos do programa e os valores de t/ha/ano apresentados aqui podem ser utilizados como referência para inferir em quais AIPMs o Programa de PSA e Boas Práticas teria um impacto relevante na qualidade da água.

Tabela 3.5 – Resultados do aporte de sedimentos para os rios no cenário atual, ideal e a diferença entre eles

AIPM	Nome	População	Cenário Atual			Cenário Ideal			Diferença					
			t/ha/ano	Turbidez	Consumo de coag. (R\$)	t/ha/ano	Turbidez	Consumo de coag. (R\$)	t/ha/ano	Turbidez	Economia (R\$/ano)			
1	Rio São Pedro - sist. Macaé		5,061	49	R\$ -	2,315	41	R\$ -	2,746	54%	7,821	16%	R\$ -	-
2	Rio Macaé	294557	1,194	33	R\$ 2.040.924,69	0,565	25	R\$ 1.916.630,93	0,629	53%	7,480	23%	R\$ 124.293,76	6%
3	Córrego do Atalaia	0	0,520	23	R\$ -	0,213	14	R\$ -	0,307	59%	8,921	39%	R\$ -	-
4	Afluente do Rio São Pedro	0	9,597	52	R\$ -	4,258	44	R\$ -	5,339	56%	8,127	16%	R\$ -	-
5	Rio São Pedro - Córrego Buião	0	10,727	53	R\$ -	4,899	46	R\$ -	5,828	54%	7,837	15%	R\$ -	-
7	Rio Macaé - sist. Ostras	99905	3,809	43	R\$ 736.544,34	0,000	34	R\$ 696.575,08	3,809	100%	9,375	22%	R\$ 39.969,26	5%
8	Córrego do Roncador	0	5,526	45	R\$ -	1,781	34	R\$ -	3,746	68%	11,325	25%	R\$ -	-
9	Córrego da Glória	0	5,963	46	R\$ -	2,533	37	R\$ -	3,430	58%	8,562	19%	R\$ -	-
10	Córrego Palmital	0	2,790	38	R\$ -	0,968	28	R\$ -	1,822	65%	10,585	28%	R\$ -	-
11	Córrego da Luz	0	1,266	31	R\$ -	0,608	24	R\$ -	0,658	52%	7,330	23%	R\$ -	-
12	Ribeirão da Luz	0	1,387	32	R\$ -	0,740	26	R\$ -	0,646	47%	6,274	19%	R\$ -	-
13	Córrego Matumbo	0	0,569	23	R\$ -	0,157	11	R\$ -	0,412	72%	12,879	55%	R\$ -	-
14	Córrego Sta Margarida	2254	2,621	38	R\$ 16.140,19	0,635	24	R\$ 14.413,36	1,986	76%	14,180	38%	R\$ 1.726,83	11%
15	Córrego da Tapera	1647	0,879	27	R\$ 10.878,59	0,267	15	R\$ 9.306,57	0,612	70%	11,911	44%	R\$ 1.572,02	14%
16	Córrego da Sibéria	447	2,115	36	R\$ 3.158,31	0,987	28	R\$ 2.983,16	1,128	53%	7,623	21%	R\$ 175,15	6%
TUDO	Exutório da Bacia	435000	3,195	45	R\$ 3.238.661,96	1,383	37	R\$ 3.092.815,08	1,812	57%	8,375	19%	R\$ 145.846,88	5%

Fonte: Elaboração própria

3.2 Benefícios biofísicos associados ao potencial de armazenamento de carbono

Para a estimativa dos benefícios biofísicos associados ao potencial de armazenamento de carbono na área de estudo, utilizou-se o módulo “*Carbon storage and sequestration*” ou “Sequestro e armazenamento de carbono”, em português, do modelo InVEST.

Este módulo utiliza mapeamentos dos usos do solo para simular os estoques de carbono produzidos por cada uso e cobertura do solo. Essa simulação é aplicada duas vezes. A primeira vez para o cenário de uso do solo atual e a segunda vez para um cenário em que o uso do solo é modificado para uma situação considerada “ideal”, ou seja, em que todas as áreas de preservação permanente estão florestadas.

A Figura 3.11 apresenta um resumo desse esquema. A elaboração do uso do solo para o cenário ideal seguiu a mesma metodologia para simular APPs florestadas descrita no sub capítulo 3.1.1.4.

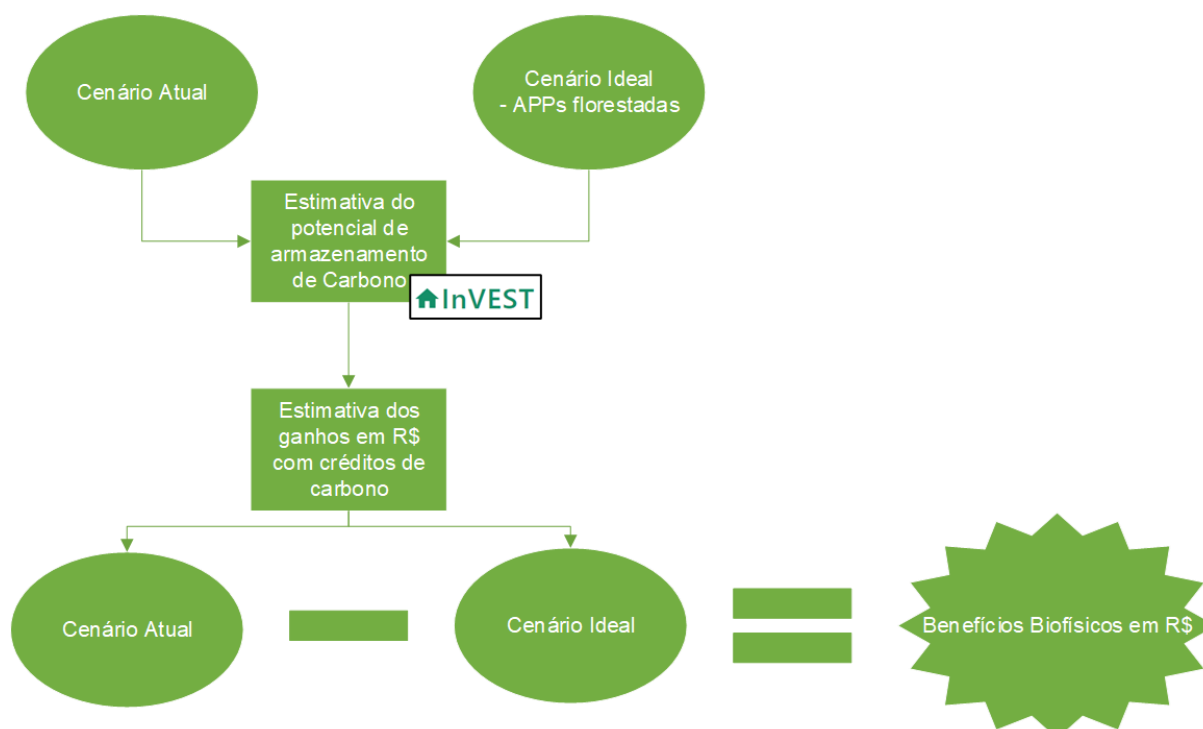


Figura 3.11 – Metodologia aplicada para estimar os benefícios biofísicos associados ao potencial de armazenamento de carbono

A Tabela 3.6 apresenta os valores associados a cada uso do solo para os parâmetros que o modelo utiliza para estimar o potencial de armazenamento de carbono.

Tabela 3.6 - Valores padrão do fator CP para os usos e ocupações da RH-VIII

Classes de Uso do Solo	CO ₂ above	CO ₂ below	CO ₂ soil	CO ₂ dead
Floresta	0	0	0	0
Mangue	140	70	35	12
Silvicultura	30	30	30	13
Área Pantanosa	140	70	35	12
Outras formações não florestais	30	30	30	13
Pastagem	30	30	30	13
Agricultura e pastagem	15	35	30	4
Praia, duna e areal	15	35	30	4
Área Urbana	5	5	15	2
Outras áreas não vegetadas	5	5	15	2
Afloramento Rochoso	5	5	15	2
Mineração	5	5	15	2
Terreno Salgado	5	5	15	2
Rio, lago, oceano	15	35	30	4
Lavouras temporárias	5	5	15	2
Restinga arborizada	65	40	25	6
Restinga Herbácea	30	30	30	13

Fonte: (Manual InVEST).

É importante ressaltar que o estudo apresentado aqui parte de uma série de inferências que naturalmente carregam consigo diversas incertezas. Os resultados encontrados (Tabela 3.7) refletem mais um potencial do que valores reais e, portanto, devem ser analisados com parcimônia e usados para avaliar tendências e grandezas.

Afim de se obter uma grandeza em termos monetários, foram buscados os valores de crédito de carbono praticados no mercado mundial, entretanto, os preços dos créditos de carbono variam amplamente dependendo do mercado e da jurisdição em questão. Alguns dos principais mercados de créditos de carbono incluem o mercado europeu de Emissões (EU ETS), o Mercado de Créditos de Carbono da Califórnia (CCA) e o Mercado de Créditos de Carbono de Quebec.

No EU ETS, por exemplo, os preços dos créditos de carbono flutuaram entre cerca de 5 e 20 euros por tonelada de dióxido de carbono nos últimos anos. Já no CCA, os preços atualmente variam de cerca de 15 a 20 dólares por tonelada de CO₂. No Mercado de Créditos de Carbono de Quebec, os preços variam de cerca de 5 a 15 dólares por tonelada de CO₂.

Esses preços estão sujeitos a mudanças frequentes devido a uma série de fatores, incluindo a oferta e a demanda de créditos de carbono, a política climática e as

condições do mercado. É importante destacar que esses valores são apenas indicativos e que os preços reais podem variar significativamente dependendo do momento e da localização. De forma conservadora, este trabalho utilizou o valor de U\$ 5/t.CO₂ e um valor de câmbio de R\$ 5/U\$.

A Tabela 3.7 apresenta os valores em toneladas de carbono armazenado no cenário de uso do solo atual e no cenário ideal, sendo que o cenário ideal não tem data definida para ocorrer. A diferença entre os dois cenários é apresentada em toneladas e também em toneladas por hectare afim de destacar aquelas AIPMs em que as ações de recomposição teria maior impacto.

Tabela 3.7 – Resultados das estimativas do parâmetro biofísico relacionado ao armazenamento potencial de carbono

AIPM	Nome	Atual (t)	Ideal (t)	Dif.(t)	Dif t/ha	Valor potencial (refl)
1	Rio São Pedro - sist. Macaé	3473351	3594803	121452	5,60	R\$ 3.036.292,93
2	Rio Macaé	4815908	5001706	185797	2,11	R\$ 4.644.934,92
3	Córrego do Atalaia	30354	30444	90	0,75	R\$ 2.259,10
4	Afluente do Ro São Pedro	552145	575814	23669	7,69	R\$ 591.737,42
5	Rio São Pedro - Córrego Buião	968574	1017601	49028	8,37	R\$ 1.225.688,17
7	Rio Macaé - sist. Ostras	11677610	12090548	412938	6,34	R\$ 10.323.454,34
8	Córrego do Roncador	12006	13106	1099	17,33	R\$ 27.485,67
9	Córrego da Glória	1077628	1112167	34539	6,22	R\$ 863.468,84
10	Córrego Palmital	449766	459209	9443	4,94	R\$ 236.086,45
11	Córrego da Luz	75420	76730	1310	3,64	R\$ 32.746,01
12	Ribeirão da Luz	139214	140258	1044	1,82	R\$ 26.108,02
13	Córrego Matumbo	40134	40601	467	2,81	R\$ 11.672,00
14	Córrego Sta Margarida	79939	82765	2826	8,16	R\$ 70.656,61
15	Córrego da Tapera	38857	39063	206	1,08	R\$ 5.153,70
16	Córrego da Sibéria	53006	53637	630	2,65	R\$ 15.761,44
RH-VIII	RH-VIII	31350667	32765230	1414563	7,03	R\$ 35.364.076,76

Fonte: Elaboração própria.

4 Previsão de um programa de investimentos

Diante das análises apresentadas até aqui, é possível prever que seja desenhado um programa de investimentos para a expansão do Programa de PSA e Boas Práticas para a RH-VIII. Como o CBH Macaé já vem elaborando o edital para contratação da instituição que fará a atualização do Plano de Recursos Hídricos da RH-VIII, é importante que este edital conte com um programa voltado para este assunto.

A atualização do Plano poderá contar com todo o levantamento apresentado neste produto e também com o Manual Operativo, e estruturar a priorização das próximas microbacias hidrográficas que receberão o Programa de PSA e Boas Práticas.

É importante que o referido programa conte com:

- Priorização das bacias hidrográficas a partir da metodologia proposta no Manual Operativo do programa;
- Levantamento de informações sobre a ou as bacias que forem elencadas como as próximas a receberem o programa tais como:
 - Séries históricas de dados de qualidade (turbidez, sólidos em suspensão, pH, DBO e quantidade de coagulante utilizada) e quantidade (vazão de captação e de preferência vazão do rio) das captações de água da bacia;
 - População atendida;
 - Breve análise socioeconômica da região apresentando principais atividades econômicas e de uso do solo;
 - Levantamento das entidades da sociedade civil organizadas que possam apoiar o programa;
- Metas para o programa na bacia em questão.

Quando for o momento da elaboração do Programa dentro da revisão do Plano, o Programa de PSA e Boas Práticas nas três áreas piloto já estará em andamento e alguns aprendizados terão sido obtidos pelas equipes de operação. É importante que esses aprendizados sejam repassados aos elaboradores da revisão do Plano para que tais questões sejam consideradas.

4.1 Previsão de investimentos nas microbacias já definidas como prioritárias

Afim de analisar os custos relativos ao pagamento por serviços ambientais nas áreas já definidas como prioritárias pelo programa, ou seja, as microbacias da Sibéria/Bocaina, Tapera e Santa Margarida, foram realizadas as mesmas análises apresentadas no capítulo 2 porém apenas para estes locais.

4.1.1 PSA

Foram realizadas as estimativas para investimentos em PSA, a Tabela 4.1 abaixo, representa as mesmas grandezas da Tabela 2.4 mas dessa vez com o aspecto regional. E a Figura 4.1 apresenta os imóveis do CAR existentes nas três microbacias prioritárias.

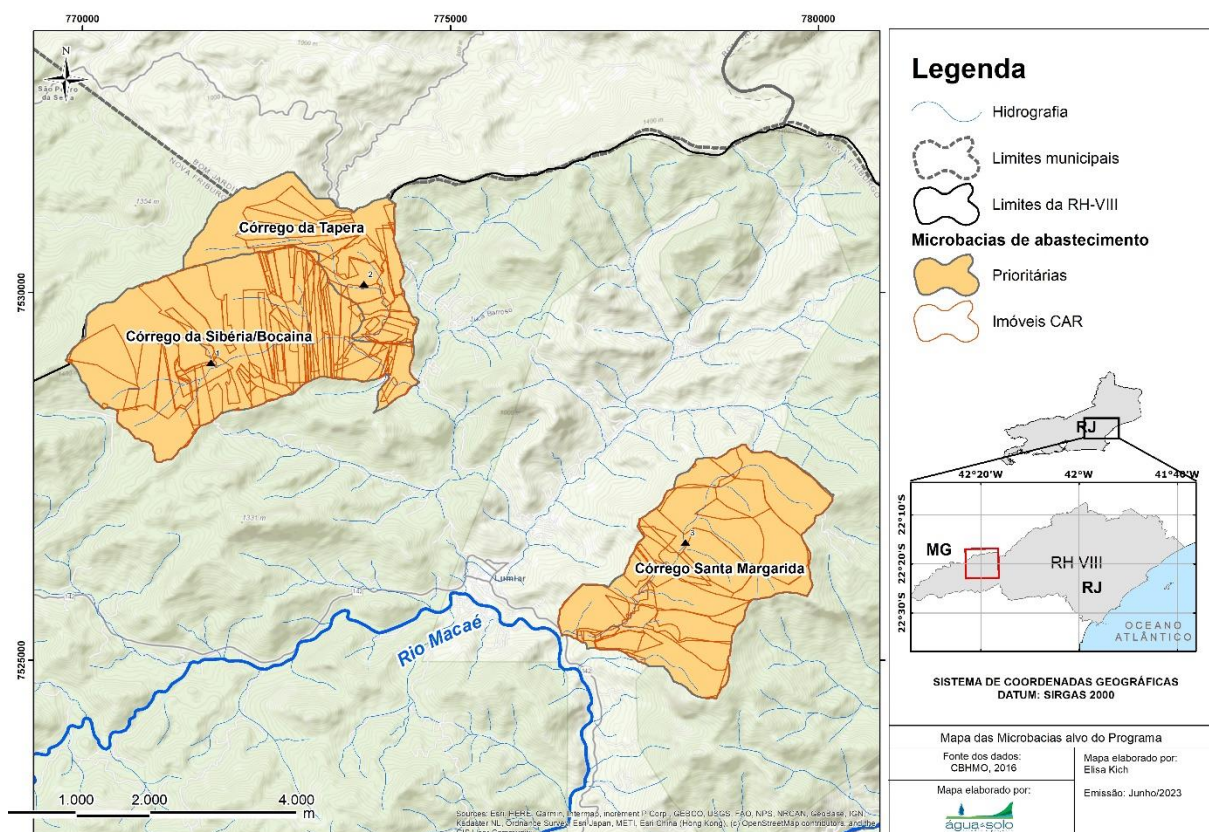


Figura 4.1 – Mapa das propriedades consideradas para simulação dos investimentos em pagamento por serviço ambiental nas áreas já priorizadas

Tabela 4.1 – Resultados dos quantitativos simulados para participação no Programa considerando apenas as áreas já priorizadas

Somatório	Valores
Total de imóveis	127
Soma da área de todos os imóveis (ha)	2613
10% da área de todos os imóveis (ha)	261
Área considerada na simulação (peso máx =1,5)	233,76

Portanto, a análise considerou um total de 127 imóveis inscritos no CAR, os quais somam um total de 2613 hectares, dos quais, apenas 233 hectares foram considerados para a simulação.

Para simular os valores máximos, intermediários e mínimos a serem investidos em PSA (Tabela 2.5), foi realizada a mesma simulação propriedade a propriedade descrita no capítulo 2.2.

Tabela 4.2 – Resultados dos valores simulados para investimento anual no Programa para as áreas já priorizadas

	Máximo	Intermediário	Mínimo
Pontuação	1,50	1,00	0,30
Valor investido por ano em PSA	R\$ 252.462,90	R\$ 179.891,53	R\$ 56.446,55

Fonte: Elaboração própria, 2023.

4.1.2 Monitoramento Anual

Os custos com monitoramento anual foram realizados aplicando-se as mesmas premissas apresentadas no capítulo 2.1.2, porém levando em consideração 127 propriedades.

Tabela 4.3 – Levantamento de custos associados ao monitoramento anual para as áreas prioritárias

Descrição	Período	Remuneração	Meses	Nº de equipes	Custo (R\$)	K	Preço Total (Com K) R\$
Engenheiro Florestal Pleno com experiência comprovada em monitoramento florestal e habilidades em SIG/Geoprocessamento. Coordena e Executa, disponível em tempo integral para o projeto.	Mensal	R\$ 10.388,00	8,5	1	R\$ 88.298,00	2,53	R\$ 223.393,94
Técnico nas áreas ambiental, florestal, agronomia, biologia e afins. Auxiliar de campo e organização das informações coletadas.	Mensal	R\$ 2.558,31	8,5	1	R\$ 21.745,64	2,53	R\$ 55.016,46
Segundo Grau completo. Secretário na tabela DNIT. Auxilia na comunicação com os produtores e na marcação das visitas às propriedades.	Mensal	R\$ 2.282,97	8,5	1	R\$ 19.405,25	2,53	R\$ 49.095,27
Veículo forte o suficiente para vencer o período chuvoso e declividades acentuadas.	Mensal	R\$ 3.539,21	8,5	1	R\$ 30.083,29	1,27	R\$ 38.205,77
Pensando em 2 tanques por mês e um tanque de 75 L. São 150L/mês com o preço do Diesel a R\$5,5.	Mensal	R\$ 825,00	8,5	1	R\$ 7.012,50	1,27	R\$ 8.905,88
Custo de alimentação e estadia para duas pessoas	Diário	R\$ 258,00	374*	1	R\$ 96.492,00	1,27	R\$ 122.544,84
						TOTAL	R\$ 497.162,15

*considerando uma média de 22 dias úteis por mês em 8,5 meses para duas pessoas

$K1 = 2,53 - K1 = [(1+ES+ARDF)*(1+L)*(1+DFL)]$ – Equipe permanente

$K4 = 1,27 - K4 = (1+L)*(1+DFL)$ – Despesas diversas

ES – ENCARGOS SOCIAIS 81,79%; ARDF - ADMINISTRAÇÃO, RISCO E DESPESAS FINANCEIRAS 17,29%; L – LUCRO 8,76%; DFL - DESPESAS FISCAIS LEGAIS - 16,62%

Os K's foram calculados através de fórmulas estabelecidas pelo Acórdão 1787/2011. Os parâmetros utilizados foram estabelecidos pela Nota Técnica Conjunta nº 01/2012/SIP/SAF da Agência Nacional de Águas.

4.1.3 Operação e outros

Foi considerada uma estimativa arbitrária de um quinto dos valores praticados no capítulo 2.1.3.

4.1.4 Recomposição Florestal

Os custos de recomposição florestal foram calculados a partir do mesmo valor por hectare apresentado do capítulo 2.2.1 entretanto, a estimativa do número de hectares a passarem por recomposição florestal utilizado foi aquele estabelecido pelo relatório de Diretrizes e Normas como metas para recomposição florestal para curto, médio e longo prazo para as microbacias piloto do programa. As metas foram estabelecidas em função das áreas de proteção permanente que apresentavam outros usos que não o de preservação, ou seja, as áreas potenciais para reflorestamento. A meta de longo prazo representa 50% dessa área potencial recomposta, as metas de médio e curto prazo representam 25 e 10%, respectivamente.

Os valores estabelecidos no referido documento são os apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Metas estabelecidas no Relatório de diretrizes e Normas para Recomposição Florestal

Prazo	Percentual	Meta Recomposição Florestal (ha)
Curto (2 anos)		17,49
Médio (4 anos)		43,73
Longo (6 anos)		87,5

Fonte: Relatório de Diretrizes e Normas do Programa de PSA e Boas Práticas na RH-VIII (2022)

4.1.5 Resultados

A Tabela 4.5 apresenta um resumo dos custos levantados anteriormente. O custo total foi estimado para 6 anos pois o primeiro ciclo do projeto está estimado para este tempo. Sendo assim, o custo de recomposição foi somado a seis vezes os custos dos demais investimentos totalizando R\$ 12.044.507,73 para este primeiro ciclo.

Tabela 4.5 – Resumo dos custos de implementação e operação do programa para as áreas prioritárias

Custos de implementação	
Custos de Recomposição das áreas destinadas ao Programa*	
Curto (2 anos)	R\$ 1.394.790,07
Médio (4 anos)	R\$ 3.487.373,92
Longo (6 anos)	R\$ 6.977.937,75
Investimentos Anuais	
Custos com PSA	R\$ 252.462,90
Monitoramento Anual	R\$ 497.162,15
Operação	R\$ 38.814,76
Comunicação (TNC, 2013)	R\$ 4.796,00
Capacitação (TNC, 2013)	R\$ 520,00
Gestão (TNC, 2013)	R\$ 50.672,52
Total (6 anos de projeto)	R\$ 12.044.507,73**

*valores acumulados

**soma apenas a meta para 6 anos

5 Conclusões

O presente estudo procurou realizar uma análise de custo-benefício entre possíveis ganhos biofísicos relacionados a serviços ecossistêmicos promovidos pela implementação do Programa de PSA e Boas Práticas e os investimentos necessários para sua execução.

Para isso, foram levantados:

1. primeiramente os custos relacionados aos investimentos diretos com o pagamento pelos serviços, a partir de uma abordagem em que todas as propriedades da RH-VIII participariam do programa com 10% de sua área e com um limite de participação de 10ha por propriedade. Essa abordagem levou em consideração um cenário máximo que dificilmente ocorrerá, uma vez que a área de participação do programa extrapola em muito as áreas observadas em outros programas de PSA vigentes no estado do Rio de Janeiro. Portanto, essa análise tem o objetivo de apresentar o potencial da RH-VIII, muito mais do que consolidar um número a ser utilizado como meta, sem que análises mais aprofundadas sejam aplicadas;
2. ainda relacionado ao levantamento de custos, foram analisados os custos associados à recomposição de um terço da área encontrada no item anterior, simulando que os outros dois terços seriam destinados às componentes de conservação do solo e conservação florestal do Programa. Além disso, foram levantados os custos relacionados ao monitoramento anual, simulando os valores praticados por empresa contratada exclusivamente para isto e outros relacionados à gestão e comunicação;
3. em contrapartida os custos descritos nos itens 1 e 2, foram estimados os benefícios biofísicos associados à redução do aporte de sedimentos nos rios, a partir da simulação de um cenário em que todas as áreas de preservação permanente estão florestadas e que a agropecuária da região faça uso de boas práticas de manejo do solo. Essa análise utiliza a metodologia apropriada, porém, carrega consigo uma série de incertezas, por isso seus resultados devem ser analisados em termos de potencial para as AIPMs e para a RH-VIII como um todo;
4. por fim, foram estimados os benefícios biofísicos relacionados ao potencial de armazenamento de dióxido de carbono a partir da simulação de um cenário em

que todas as APPs estão vegetadas. Do mesmo modo que as análises para o aporte de sedimentos, essa simulação carrega uma série de inferências e incertezas e precisa ser analisada e avaliada com parcimônia, porém reflete o potencial da RH-VIII para armazenamento de dióxido de carbono e possíveis ganhos monetários no mercado de créditos de carbono.

A Tabela 5.1 apresenta um resumo de todos os resultados encontrados e permite a comparação entre os valores. É importante ressaltar que os valores associados aos ganhos com créditos de carbono não estão na mesma base temporal do restante. Pois, as avaliações realizadas levaram em consideração um cenário sem previsão de em quanto tempo ele poderia se concretizar. Enquanto isso, as demais estimativas respeitaram o horizonte de avaliação de 10 anos.

Tabela 5.1 – Resultados das estimativas do parâmetro biofísicos e custos de implementação do programa para toda a RH-VIII

Custos de implementação	
Investimentos Iniciais	
Diagnóstico	R\$ 1.378.000,00
Elaboração da Documentação	R\$ 402.698,44
Investimentos totais	
Custos de Recomposição das áreas destinadas ao Programa	R\$ 166.014.966,63
Investimentos Anuais	
Custos com PSA	R\$ 6.744.864,27
Monitoramento Anual	R\$ 7.018.759,81
Operação	R\$ 77.629,52
Comunicação (TNC, 2013)	R\$ 23.980,00
Capacitação (TNC, 2013)	R\$ 2.600,00
Gestão (TNC, 2013)	R\$ 253.362,60
Total (10 anos de projeto)	R\$ 309.007.627,14
Benefícios Biofísicos	
Associados ao aporte de sedimentos (10 anos)	R\$ 1.661.183,40
Associados a créditos de carbono	R\$ 35.364.076,76
Total (sem horizonte temporal definido)	R\$ 37.025.260,16

Analisando os dados apresentados na Tabela 5.1, observa-se que os custos estimados para a expansão do programa para toda a RH-VIII são muito maiores do que os valores simulados de benefícios biofísicos. Porém, aqui estão apresentados apenas os benefícios para os quais existe método de cálculo, portanto não estão elencadas todas as adicionalidades promovidas pelas ações tampouco seu valor econômico.

Além disso, existem outros tipos de fundos e possibilidades de financiamento de programas de PSA que não estão atrelados apenas ao uso dos recursos hídricos como é o caso do FUNDRHI. Recomenda-se, portanto, que o programa não se limite a usar esse tipo de argumentação pra captar recursos do setor privado sendo que o setor privado já paga montantes enormes de recursos para fundos públicos para compensar danos causados ao meio ambiente e esses fundos poderiam ser requeridos pelo CBH. Vide lista de possibilidades que elencamos no Manual Operativo (Produto 5 desta consultoria).

Os programas de PSA no Brasil e principalmente na região da Mata Atlântica, têm sido persistentes, se sustentado e criado condições para que novos programas surjam. O próprio estado do Rio de Janeiro, por meio da Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) está neste momento reforçando o PRO-PSA, que é o programa estadual de PSA, o qual trará subsídios para a criação de novos programas e a busca por recursos.

Desta maneira, cabe ressaltar que a viabilidade econômica do programa deverá ser reavaliada a cada novo ciclo e não se restringir apenas à análise apresentada aqui. Os executores do programa deverão se manter num ciclo de aprendizagem e revisão de condutas, dessa forma o programa será sempre viável economicamente pois haverá novas fontes de recursos disponíveis.

6 Andamento das atividades e cronograma

No presente momento, dos dez produtos a serem executados pela Água e Solo, oito já foram aprovados, apenas estão sujeitos à aprovação os produtos 4 e 5. A versão final impressa dos Relatórios P2, P3 e P6 será enviada após a inclusão da atualização da Resolução CBH Macaé nº 122/2020. Os demais já foram entregues em sua versão impressa.

Os tempos de correção e revisão de cada versão estão previstos conforme a Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Tempo previsto para correções

Versão do Produto	Tempo (dias corridos)	
	CILSJ	Água e Solo
V0	15	7
V1	10	7
V2/VFinal	1	-

Nota: Esses tempos são padrão para todos os relatórios com a exceção do Plano e Material de Mobilização

A Tabela 6.2 mostra as datas combinadas para realização das reuniões de discussão sobre os produtos com o GT e a Tabela 6.3 apresenta o andamento da entrega dos produtos com as datas previstas e realizadas com destaques às próximas datas de entrega.

A Tabela 6.4 apresenta os principais eventos relacionados ao projeto em ordem cronológica.

Tabela 6.2 – Previsão de reuniões com o GT do CBH Macaé e seminários

Assunto da Reunião com GT	Previsto	Realizado
Plano de Trabalho	04/08/2022	04/08/2022
Relatório de Diretrizes e Normas	29/08/2022	19/08/2022
Arcabouço Jurídico	12/09/2022	12/09/2022
Manual de Operação e Caderno para Beneficiários	11/10/2022	11/10/2022
Modelo de Edital e Modelo de Contrato	25/10/2022	25/10/2022
Material de Mobilização Social	08/11/2022	08/11/2022
Seminário em São Pedro da Serra (em Bocaina dos Blaudts)	07/12/2022	07/12/2022
Seminário em Lumiar	08/12/2022	08/12/2022
Seminário em São Pedro da Serra (no centro)	09/12/2022	09/12/2022
Plano de Mobilização e Estudo de Viabilidade Econômica	08/02/2023	08/02/2023

Tabela 6.3 – Previsão e realização da entrega dos produtos

	V0		Revisões CILSJ V0		V1		Revisões CILSJ V1		VF		Aprovação CILSJ	
	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado
Plano de Trabalho	02/08/2022	27/07/2022	11/08/2022	08/08/2022	15/08/2022	10/08/2022	20/08/2022	18/08/2022	25/08/2022	18/08/2022	25/08/2022	25/08/2022
Relatório de Diretrizes e Normas	29/08/2022	19/08/2022	05/09/2022	09/09/2022	16/09/2022	16/09/2022	26/09/2022	26/09/2022	03/10/2022	27/09/2022	04/10/2022	03/10/2022
Arcabouço Jurídico do Programa	16/09/2022	13/09/2022	28/09/2022	29/09/2022	06/10/2022	05/10/2022	17/10/2022	17/10/2022	24/10/2022	18/10/2022	25/10/2022	24/10/2022
Manual Operativo para Técnicos Executores	14/10/2022	04/10/2022	19/10/2022	20/10/2022	04/11/2022	06/11/2022	30/11/2022	01/12/2022	08/12/2022	30/05/2023	09/06/2023	
Caderno de Orientações para Beneficiários	14/10/2022	13/10/2022	28/10/2022	28/10/2022	04/11/2022	08/11/2022	18/11/2022	18/11/2022	25/11/2022	25/11/2022	02/12/2022	13/12/2022
Modelo de Edital de Seleção Pública de Propriedades Rurais	29/10/2022	20/10/2022	04/11/2022	04/11/2022	11/11/2022	06/11/2022	16/11/2022	02/01/2023		24/03/2023		05/04/2023
Modelo de Contrato com Beneficiários	29/10/2022	30/10/2022	14/11/2022	02/01/2023	12/01/2023	08/01/2023	18/01/2023	-		24/03/2023		05/04/2023
Plano e Material de Mobilização Social	11/11/2022	10/11/2022	20/11/2022	18/11/2022	25/11/2022	25/11/2022	02/12/2022	-	-	-	-	29/11/2022
Relatório de Realização do Plano de Mobilização Social.	10/01/2023	06/01/2023	21/01/2023	20/01/2023	27/01/2023	30/01/2023	09/02/2023	10/02/2023	17/02/2023	15/03/2023	22/03/2023	20/03/2023
Estudo de Viabilidade Econômica	10/02/2023	14/02/2023	24/02/2023	08/03/2022	15/03/2022	25/03/2023	04/04/2023		31/05/2023	10/06/2023		

Tabela 6.4 – Diário de bordo do projeto

Data	Descrição
13/06/2022	Assinatura do Contrato
30/06/2022	Reunião de apresentação da equipe para o CBH Macaé e CILSJ
20/07/2022	Reunião inicial com CILSJ
20/07/2022	Assinatura da Ordem de Serviço
25/07/2022	Entrega do Plano de Trabalho
27/07/2022	Reunião de apresentação do Plano de Trabalho
04/08/2022	Reunião com o GT CBH Macaé sobre definições do Relatório de Diretrizes e Normas
05/08/2022	Envio de indicadores para análise do GT
08/08/2022	Retorno da V0 do Plano de Trabalho revisada pelo CILSJ
09/08/2022	Reunião para dirimir dúvidas do Plano de Trabalho
10/08/2022	Entrega da V1 do Plano de Trabalho
18/08/2022	Retorno da V1 do Plano de Trabalho revisada pelo CILSJ
18/08/2022	Entrega da V2 do Plano de Trabalho
19/08/2022	Entrega do Relatório de Diretrizes e Normas V0
25/08/2022	Aprovação do Plano de Trabalho
29/08/2022	Reunião de apresentação do Produto 2
09/09/2022	Retorno da V0 do RDN revisada pelo CILSJ
12/09/2022	Reunião de apresentação do Produto 3
13/09/2022	Entrega da V0 do AJ (P3)
16/09/2022	Entrega do Relatório de Diretrizes e Normas V1
26/09/2022	Retorno da V1 do RDN revisada pelo CILSJ
27/09/2022	Entrega do Relatório de Diretrizes e Normas V2
29/09/2022	Retorno da V0 do AJ (P3)
03/10/2022	Aprovação da V2 do RDN revisada pelo CILSJ
04/10/2022	Entrega do Manual Operativo V0
11/10/2022	Reunião de Apresentação dos Produtos 5 e 6
13/10/2022	Entrega do Caderno para Beneficiários V0
17/10/2022	Retorno da V1 do AJ (P3)
18/10/2022	Entrega da V2 do AJ (P3)
20/10/2022	Entrega da V0 do Modelo de Edital (P7)
20/10/2022	Retorno da V1 do MO (P5)
24/10/2022	Aprovação da V2 do AJ revisada pelo CILSJ
25/10/2022	Apresentação dos Modelos de Edital (P7) e Contrato (P8)
28/10/2022	Retorno da V1 do CB (P7)
30/10/2022	Entrega da V0 do Modelo de Contrato (P8)
04/11/2022	Retorno da V0 do ME (P7)
06/11/2022	Entrega da V1 do Manual Operativo (P5)
08/11/2022	Entrega da V1 do Caderno para Beneficiários (P7)
18/11/2022	Retorno da V1 do Caderno para Beneficiários (P7)
18/11/2022	Retorno da V0 do Plano de Mobilização Social (P9)
25/11/2022	Entrega da V2 do Caderno para Beneficiários (P7)
25/11/2022	Entrega da V1 do Plano de Mobilização Social (P9)
28/11/2022	Reunião extraordinária com GT para falar sobre locais dos seminários
29/11/2022	Aprovação do Plano de Mobilização Social (P9)
02/12/2022	Entrega da V3 do Caderno para Beneficiários (P7)
07/12/2022	Realização do Seminário em São Pedro da Serra (Bocaina)
08/12/2022	Realização do Seminário em Lumiar
09/12/2022	Realização do Seminário em São Pedro da Serra (Centro)
12/12/2022	Entrega da V4 do Caderno para Beneficiários (P7)
12/12/2022	Entrega da V2 do Manual Operativo (P5)
02/01/2023	Retorno das minutas de Edital e Contrato com parecer do setor jurídico
06/01/2023	Entrega da V0 do Relatório de Mobilização (P10)
09/01/2023	Entrega da V1 do Modelo de Contrato (P8)
09/01/2023	Entrega da V2 do Modelo de Edital (P7)
25/01/2023	Reunião sobre os produtos Modelo de Edital e Modelo de contrato

Data	Descrição
30/01/2023	Entrega da V1 do Relatório de Mobilização (P10)
06/02/2023	Entrega da V3 do Modelo de Edital
06/02/2023	Entrega da V2 do Modelo de Contrato
08/02/2023	Reunião de apresentação dos produtos 4 e 10
14/02/2023	Entrega da V0 do Produto 4 Viabilidade Econômica
16/02/2023	Entrega da V2 do produto 10 Relatório da Mobilização Social

Fonte: Elaboração própria.

7 Referências Bibliográficas

- Bassi, L. (2002). *Land-Water Linkages in Rural Watersheds Case Study Series Valuation of land use and management impacts on water resources in the Lajeado São José micro-watershed Chapecó, Santa Catarina State, Brazil.*
- BERTONI, J., & LOMBARDI NETO, F. (1990). *Conservação do solo.*
- Brancalion, P. H. S., Meli, P., Tymus, J. R. C., Lenti, F. E. B., M. Benini, R., Silva, A. P. M., Isernhagen, I., & Holl, K. D. (2019). What makes ecosystem restoration expensive? A systematic cost assessment of projects in Brazil. *Biological Conservation, 240*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108274>
- Cabral, W., & Júnior, S. (2011). *Análise econômica da relação entre uso do solo e custos de tratamento de água no Estado de São Paulo.* www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar
- CBH Macaé. (2014). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras.*
- CBH Macaé. (2022). *Revoga a Resolução CBH Macaé nº122, de de 16 de outubro de 2020, e aprova a nova regulamentação do Programa de PSA e Boas Práticas da Região Hidrográfica VIII do Estado do Rio de Janeiro.*
- CILSJ. (2022a). *ATO CONVOCATÓRIO Nº 13/2022 MODALIDADE COLETA DE PREÇOS-TIPO 3 PROCESSO CILSJ Nº 195/2022 ATO CONVOCATÓRIO COLETA DE PREÇO Nº 13-2022 MODALIDADE: COLETA DE PREÇOS-TIPO 3 OBJETO: CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS PARA IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E GEOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACAÉ E DAS OSTRAS, SIGA-MACAÉ.* www.cilsj.org.br
- CILSJ. (2022b). *Comunicação Interna com CILSJ.*
- Correa Thomas, Costa Castro, Lumbreras José Francisco, & Guimarães Saulo Pedrinha. (2006). Estimativas de perdas de solo para a sub-bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. *CADMA.*
- De Lima, G., Bloise, F., Abílio De Carvalho Júnior, O., Reatto, A., Fontes, R., Éder De Souza, G., Ana, M., & Ferreira De Carvalho, P. (2001). *Boletim de Pesquisa e*

Desenvolvimento 14 Avaliação da Suscetibilidade Natural à Erosão dos Solos da Bacia do Olaria-DF. www.cpac.embrapa.br

DNIT. (2022). *Tabela 1 - Consolidação dos custos de mão de obra - Tabela de Preços de Consultoria - mês de referência: outubro de 2022 (4/4).*

DNIT. (2023). *Levantamento de Preços de Combustíveis (últimas semanas pesquisadas) (19/03 a 25/03/2023).*

Drumond Ramos, A., Agr S -CNPOT Helenira Eltery Marinho, E. M., & Agr, E. (1980). *BOLETIM DE PESQUISA NP 02 ESTUDO DA ERODIBILIDADE DE UM SOLO LITOLICO SEM COBERTURA VEGETAL E SOB DUAS CONDIÇÕES DE PASTAGEM NATIVA DE CAATINGA.*

FAPEMIG. (2023). *TABELAS DE DIÁRIAS NO PAÍS.*

Ferrari Constantino, A., & Yamamura, V. D. (2009). *REDUÇÃO DO GASTO OPERACIONAL EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO O PAC.*

GEGET/DIBAPE/INEA. (2021). *NOTA TÉCNICA GEGET/DIBAPE/INEA n° ATUALIZAÇÃO DA DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL (APRF) EM ÁREAS DE INTERESSE PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS (AIPM) DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.*

INEA. (2018). *ATLAS DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial.*

INEA. (2023). *Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA).*

Marco da SILVA, A., & Alcarde ALVARES, C. (2005). *LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES E ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DADOS SOBRE A ERODIBILIDADE DE CLASSES DE SOLOS NO ESTADO DE SÃO PAULO (Issue 1). www.ibge.gov.br*

Marques, J. J. G. S. M., Curi, N., Ferreira, M. M., Lima, J. M., & Silva, M. L. N. (1997). *ADEQUAÇÃO DE MÉTODOS INDIRETOS PARA ESTIMATIVA DA ERODIBILIDADE DE SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL NO BRASIL (1).*

- Nogueira, F. P. (2000). *Uso agrícola sustentado das terras do município de Vera Cruz, SP*. Universidade Estadual Paulista.
- Santana Macedo, R., Geraldes Teixeira, W., Cubas Encinas, O., Costa Gil de Souza, A., Coimbra Martins, G., & Marcelo Brum Rossi, L. (n.d.). *III Reunião Científica da Rede CTPetro Amazônia-Manaus, 4-5/11/2010. Determinação do fator erodibilidade de diferentes classes de solo do estado do Amazonas (métodos indiretos) e de um Cambissolo Háptico (método direto) na Província Petrolífera de Urucu, Coari-AM*.
- TNC. (2013). *ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA PRO-PSA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUANDU – RIO DE JANEIRO*.
- Vieira, P. N. (2017). *INFLUÊNCIA DA COBERTURA FLORESTAL NA QUALIDADE DE ÁGUA E SOBRE OS CUSTOS DE TRATAMENTO NA ETA-RAUL SOARES*.

8 Anexos

Anexo I – Especificações Técnicas consideradas para estimativa de custos de Reflorestamento com Plantio Total.

O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, ou em período com pluviosidade adequada, de acordo com as etapas descritas a seguir:

1. Limpeza da área/Roçada de pré-plantio

Esta operação de limpeza deve rebaixar gramíneas e lianas infestantes a 0,1m em relação ao nível solo, facilitando o acesso e viabilizando as demais atividades previstas.

A roçada deverá ser realizada de forma semi-mecanizada com o emprego de roçadeiras laterais com potência mínima de 2,7 cv, equipadas com lâminas de aço de duas pontas.

2. Controle de formigas cortadeiras

São sugeridos dois métodos para controle de formigas cortadeiras:

- Isca granulada – A dose recomendada por aplicação é descrita na embalagem do produto e pode ser calculada de acordo com a área do formigueiro em metros quadrados (estimada pela multiplicação da largura pelo comprimento do murundu externo). A aplicação deve ser feita a 20 cm de distância da trilha, preferencialmente com o formigueiro ativo e em dias secos.

- Termonebulização – Recomendado para infestações mais expressivas e formigueiros maiores devido ao seu alto custo. A aplicação deve seguir rigorosamente as recomendações do fabricante do inseticida em relação a correta diluição e preparo da calda. A aplicação deve ser feita através dos olheiros de alimentação com a introdução da lança do nebulizador. Uma vez iniciada a injeção de fumaça no olheiro de alimentação, deve-se atentar aos demais olheiros, por onde a fumaça encontra saída. Todos os olheiros devem ser tampados à medida que emitirem fumaça. No momento de saturação - quando não mais se observar a emissão de fumaça - encerra-se a operação. O produto utilizado deve ser registrado nos órgãos competentes para uso em termonebulização.

3. Coroamento dos berços para plantio

Nesta tarefa, será necessário identificar com precisão a posição exata de cada berço de plantio das mudas, considerando o espaçamento entre elas na área designada. Em seguida, será feita a remoção manual, com o auxílio de uma enxada larga, de todas as plantas indesejáveis em um raio mínimo de 60 cm em torno do local onde a muda será plantada. Isso será feito a uma profundidade de cerca de 5 cm, com marcação feita por meio de batida de enxadão para escarificar o solo, seguida de uma elevação do solo em torno da marcação (coroamento).

A Tabela 8.1 apresenta sugestões mínimas e máximas de adensamento, alguns autores afirmam que adensamentos maiores, apesar de encarecerem bastante os custos de implantação do plantio, podem reduzir, os custos de manutenção durante o desenvolvimento inicial do plantio.

Tabela 8.1 – Espaçamento e densidade de mudas por hectare

Espaçamento (entre linhas x na linha)	Densidade (n° de mudas/ha)
2,5 m x 2,5 m	1.600
3,0 m x 2,0 m	1.666
2,5 m x 2,0 m	2.000
3,0 m x 1,5 m	2.225
2,0 m x 2,0 m	2.500

O arranjo do plantio deverá ser no formato de quincôncio, em grupos de cinco plantas cujo centro é ocupado por indivíduo de espécie climática ou secundária, envolto por quatro indivíduos de espécies pioneiras, resultando num desenho sequencial de triângulos equiláteros. Nesse sistema as plantas ficam equidistantes em forma de triângulo equilátero. A distância entre as linhas de plantio corresponde à altura do triângulo. As linhas de plantio devem acompanhar as curvas de nível do terreno, sendo demarcadas no campo com auxílio de nível d'água ou "pé-de-galinha".

4. Abertura de berços

A abertura dos berços será realizada através da perfuração do solo e poderá ser feita manualmente com cavadeira articulada ou de forma semi-mecanizada, com motocoveadora (perfurador) com potência mínima de 1,9 cv, equipado com broca helicoidal de 300 mm de diâmetro.

A dimensão dos berços será de 30x30x40 cm (comprimento x largura x profundidade) e todo volume de terra retirado deverá ser deixado ao lado dos berços para incorporação completa dos insumos pertinentes (corretivos de acidez e adubação).

Os berços devem ser sinalizados com estacas de bambu para a medição pela fiscalização.

5. Calagem e Adubação de Arranque

Esta atividade considera a distribuição, incorporação e preenchimento do berço de plantio com substrato contendo os insumos adequados, que devem ser misturados de forma bem homogênea à porção de solo que foi retirada para a abertura do berço, para que as raízes não tenham contato direto com os componentes.

O substrato deverá ser corrigido com a incorporação homogênea de 150 g de calcário dolomítico (PRNT > 90%), 0,6 L de esterco de aviário (cama de frango) e 80 g de NPK 04-14-08 e ser depositado no berço até que seja realizado o plantio propriamente dito.

O calcário deverá ser polvilhado no fundo e nas paredes do berço, enquanto o esterco e o NPK devem ser misturados de forma bem homogênea à porção de solo que foi retirada para a abertura do berço. Essa porção de terra com adubo deve ser retornada ao local de origem juntamente com a muda no momento do plantio. Ressalta-se a importância da necessidade de se realizar amostragem de solo para análise. Com base no resultado a recomendação de adubação poderá ser alterada.

6. Aquisição e preparo das mudas

A escolha das espécies deve priorizar aquelas disponíveis para aquisição e que possuam algum grau de ameaça e/ou endemismo, em detrimento das que não foram avaliadas nesse quesito. As mudas devem ter no mínimo 50cm de altura e apresentação fitossanitária saudável, com sistema radicular bem formado. Devem ser adquiridas em viveiros certificados e devidamente transportadas e aclimatadas no local de plantio.

7. Aplicação de condicionante hídrico

É imprescindível a utilização de gel condicionador hidratado (gel de plantio ou hidrogel) na proporção de 5,0 gramas dissolvidos em 2,0 L de água por muda. A mistura deve ser feita no campo, próximo ao local de plantio, em recipiente plástico

utilizando água disponível localmente e a aplicação deve ser feita de forma manual com auxílio de regadores.

8. Plantio

A muda deve ser inserida no berço sobre uma pequena porção de substrato misturado com os fertilizantes anteriormente citados (1/3) e em seguida o espaço é completado com o restante da mistura descrita acima. O excesso de solo inicialmente retirado do berço agora ocupado pela muda deve ser disposto em “coroa” ao redor da muda (e não em “cone” ao redor do coleto), formando um espaço de captação de água das chuvas.

9. Adubação de cobertura

Sessenta dias após o plantio deve ser aplicada a primeira dose da adubação de cobertura e visa assegurar o desenvolvimento das plantas introduzidas, através da aplicação de 100g do fertilizante NPK (20-05-20) por planta. A aplicação deverá ser realizada de forma manual, dentro do raio de coroamento das mudas, em sulcos/covetas laterais com 10 cm de profundidade acompanhando a projeção da copado do indivíduo implantado (caso já esteja suficientemente desenvolvida). A segunda dose deverá seguir a mesma orientação, devendo ser realizada durante o período chuvoso do ano seguinte (12 meses após o plantio).

10. Replantio

Após 60 dias do plantio, deve ser realizada avaliação de sobrevivência pelo executor, definindo-se a quantidade de mudas a serem utilizadas no replantio. O replantio deve ser executado com base nos mesmos procedimentos elencados acima (plantio), considerando-se a reabertura do berço de mudas mortas, com 30 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade e nova adubação com 100 gramas de NPK 06-30-06, aplicação de hidrogel e plantio da muda. A reposição máxima prevista é de 15% das mudas implantadas - perdas que excederem este percentual deverão ser viabilizadas exclusivamente com recursos do executor.

11. Roçada de manutenção

A roçada de limpeza deverá ser realizada de forma semi-mecanizada com o emprego de roçadeira lateral com potência mínima de 2,7 cv, equipada com lâminas de aço de duas pontas. São previstas cinco roçadas de manutenção ao longo de 24 meses,

sendo a primeira no final do período chuvoso da fase de implantação (durante as operações de replantio), a segunda e a terceira no início e no final do período chuvoso do primeiro ano e a quarta e quinta no início e no final do período chuvoso do segundo ano, respectivamente.

12. Capina de coroamento

O coroamento de manutenção visa remover, com auxílio de enxada larga, as plantas infestantes em um raio mínimo de 60 cm ao redor da muda plantada, a uma profundidade de cerca de 5 cm. Esta atividade deve ser realizada sempre imediatamente após cada roçada de manutenção.

13. Controle de formigas

Este controle, durante a fase de manutenção e monitoramento, deverá ser realizado de forma periódica através de rondas para a identificação de possíveis sinais de presença/ataque de formigas cortadeiras e cupins nas áreas a serem recuperadas.

Caso sejam identificados danos provenientes da ação destes insetos nas mudas plantadas, serão necessárias ações de controle pela aplicação de iscas formicidas granulada ou termonebulização, da mesma forma descrita antes do plantio.

Anexo II – Memorial de Cálculo dos custos de Reflorestamento com Plantio Total.