



Plano Estratégico para Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira

Portfólio de Projetos

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE

BAHIA
GOVERNO DO ESTADO

nemus •
empowering
sustainability

VS
AMBIENTAL

agosto de 2017 -- t16014-03

Apresentação

O Consórcio Nemus Lda./ V&S Ambiental Ltda. apresenta o **Portfolio de Projetos**, no âmbito da Elaboração do Plano Estratégico para Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira, para a Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia.

O Consórcio Nemus Lda./ V&S Ambiental Ltda. agradece todo o acompanhamento e o apoio prestados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia, notadamente, na cedência de informação de base, na discussão dos procedimentos metodológicos e dos resultados preliminares.

Salvador, agosto de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pedro Bettencourt Correia'.

O Coordenador Geral

Pedro Bettencourt Correia

Plano Estratégico para Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira

ETAPA 2: Áreas Prioritárias e Mecanismos e Estratégias para Revitalização

Portfólio de Projetos

Volume Único

Plano Estratégico para Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira

ETAPA 2: Áreas Prioritárias e Mecanismos e Estratégias para Revitalização

Portfólio de projetos

SUMÁRIO

1.	Introdução	1
2.	Enquadramento metodológico	3
3.	Apresentação e estruturação dos projetos-piloto	5
3.1.	Causas e efeitos da degradação	5
3.2.	Metodologia de seleção dos projetos-piloto	6
4.	Projetos-piloto	9
4.1.	Controle de escoamento e aumento da recarga	10
4.1.1.	Local e suas características	12
4.1.2.	Objetivo do projeto-piloto	16
4.1.3.	Metodologia	17
4.1.4.	Cronograma de execução	22
4.1.5.	Orçamento estimado	24
4.1.6.	Alternativas de financiamento	26
4.1.7.	Indicadores e metas	27
4.2.	Controle de erosão hídrica extrema: paliçadas	29
4.2.1.	Local e suas características	30
4.2.2.	Objetivo do projeto-piloto	31
4.2.3.	Metodologia	32
4.2.4.	Cronograma de execução	36
4.2.5.	Orçamento estimado	38
4.2.6.	Alternativas de financiamento	39
4.2.7.	Indicadores e metas	40
4.3.	Controle de erosão: requalificação da malha viária	41

4.3.1. Local e suas características	42
4.3.2. Objetivo do projeto-piloto	46
4.3.3. Metodologia	46
4.3.4. Cronograma de execução	57
4.3.5. Orçamento estimado	58
4.3.6. Alternativas de financiamento	59
4.3.7. Indicadores e metas	60
4.4. Modelagem dos relevos: terraceamento	63
4.4.1. Local e suas características	64
4.4.2. Objetivo do projeto-piloto	68
4.4.3. Metodologia	69
4.4.4. Cronograma de execução	74
4.4.5. Orçamento estimado	75
4.4.6. Alternativas de financiamento	77
4.4.7. Indicadores e metas	77
4.5. Recomposição da vegetação em cabeceiras	79
4.5.1. Local e suas características	79
4.5.2. Objetivo do projeto-piloto	89
4.5.3. Metodologia	90
4.5.4. Cronograma de execução	125
4.5.5. Orçamento estimado	125
4.5.6. Alternativas de financiamento	129
4.5.7. Indicadores e metas	130
4.6. Recomposição da vegetação em zonas baixas	133
4.6.1. Local e suas características	134
4.6.2. Objetivo do projeto-piloto	140
4.6.3. Metodologia	141
4.6.4. Cronograma de execução	141
4.6.5. Orçamento estimado	141
4.6.6. Alternativas de financiamento	143
4.6.7. Indicadores e metas	143
4.7. PSA “cacau cabruca”	145
4.7.1. Local e suas características	147
4.7.2. Objetivo do projeto-piloto	149
4.7.3. Metodologia	149
4.7.4. Cronograma de execução	152
4.7.5. Orçamento estimado	153
4.7.6. Alternativas de financiamento	154
4.7.7. Indicadores e metas	155
4.8. PSA Boas Práticas na Pecuária	157
4.8.1. Local e suas características	158
4.8.2. Objetivo do projeto-piloto	159

4.8.3. Metodologia	160
4.8.4. Cronograma de execução	163
4.8.5. Orçamento estimado	164
4.8.6. Alternativas de financiamento	164
4.8.7. Indicadores e metas	165
4.9. Cotas de Reserva Ambiental	167
4.9.1. Local e suas características	167
4.9.2. Objetivo do projeto-piloto	168
4.9.3. Metodologia	169
4.9.4. Cronograma de execução	171
4.9.5. Orçamento estimado	171
4.9.6. Alternativas de financiamento	171
4.9.7. Indicadores e metas	172
4.10. Educação ambiental e capacitação	173
4.10.1. Local e suas características	173
4.10.2. Objetivo do projeto-piloto	173
4.10.3. Metodologia	174
4.10.4. Cronograma de execução	178
4.10.5. Orçamento estimado	179
4.10.6. Alternativas de financiamento	180
4.10.7. Indicadores e metas	181
4.11. Gestão integrada da BHRC	183
4.11.1. Local e suas características	183
4.11.2. Objetivo do projeto-piloto	184
4.11.3. Metodologia	185
4.11.4. Criação de estrutura gestora e gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira	185
4.11.5. Implementação de sistema de informações da BHRC	186
4.11.6. Subsídios à elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico	186
4.11.7. Cronograma de execução	187
4.11.8. Orçamento estimado	187
4.11.9. Alternativas de financiamento	188
4.11.10. Indicadores e metas	189
5. Síntese conclusiva	191
6. Referências bibliográficas	193

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia esquemática de identificação das microbacias prioritárias	3
Figura 2 – Esquema ilustrativo exemplificando a distribuição de barraginhas em um sistema implementado na Fazenda Paiol, Comunidade da Estiva, localizada na Microbacia do Ribeirão Paiol/MG. Ilustração: Luciano Cordoval de Barros.....	11
Figura 3 – Esquema ilustrativo exemplificando a distribuição de barraginhas em um sistema implementado no município de João da Costa/PI. Ilustração: Luciano Cordoval de Barros.....	12
Figura 4 – Microbacias prioritárias para implantação do projeto piloto “controle do escoamento e aumento da recarga através da implantação de barraginhas”, mostrando as áreas com declive inferior a 12% (condição essencial para implantar barraginhas).	13
Figura 5 – Bacia prioritária 3 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “controle de escoamento e aumento da recarga”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão	14
Figura 6 – Bacias prioritárias 14 e 16 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “controle de escoamento e aumento da recarga”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão	15
Figura 7 – Exemplo de maquinário realizando limpeza inicial de área a ser escavada para construção de barraginha.	18
Figura 8 – Exemplo de escavação da barraginha propriamente dita com uso de retroescavadeira.	19
Figura 9 – Exemplo de maquinário realizando a compactação da crista da bacia recém-formada.	20
Figura 10 – Exemplo de canal escavado para condução de águas de enxurradas para barraginha.....	21
Figura 11 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas	23
Figura 12 – Exemplo de paliçada de madeira com peças dispostas horizontalmente, formando um “cortinamento” para contenção de sedimentos.....	30
Figura 13 – Microbacias prioritárias para implantação do projeto-piloto “contenção de erosão hídrica extrema: paliçadas”.....	31
Figura 14 – Exemplo de paliçada de bambu. Observa-se a disposição dos mourões (vertical) e das peças de bambu (horizontal), formando uma “cortina” de barramento.	34
Figura 15 – Exemplo de paliçada de bambu. Observa-se a disposição de sacos de ráfia preenchidos com terra para reforçar o escoramento e promover a absorção do impacto das enxurradas.	34
Figura 16 – Exemplo de paliçada de madeira com peças que formam o “cortinamento” horizontal. Observa-se os mourões duplos funcionando como travas de encaixe para as peças de madeira e a utilização de sacos de ráfia preenchidos com terra para escoramento e absorção de impacto.	35
Figura 17 – Exemplo de paliçada de bambu em funcionamento. Observa-se o barramento e acúmulo de sedimentos à montante da enxurrada.	37
Figura 18 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da construção de paliçadas.....	38
Figura 19 – Suscetibilidade à erosão, rede hidrográfica e rede viária presente e com potencial para ser requalificada na Bacia Prioritária 3	43
Figura 20 – Suscetibilidade à erosão, rede hidrográfica e rede viária presente e com potencial para ser requalificada nas Bacias Prioritárias 14 e 16.....	44

Figura 21 – Sistema de drenagem constituído por adequação da faixa de rodagem, lombada, ‘bigode’ e barraginhas.....	47
Figura 22 – Esquema da estrada	48
Figura 23 – Esquema de uma lombada	50
Figura 24 – Esquema dos dispositivos de adequação das estradas rurais, na zona da barraginha.....	54
Figura 25 – Perfil esquemático dos dispositivos de adequação das estradas rurais, na zona da barraginha	54
Figura 26 – Barraginha integrante de requalificação da malha viária no Município de Guaraciama, MG (AGB Peixe Vivo, 2012)	55
Figura 27 – Vista lateral da mesma barraginha (AGB Peixe Vivo, 2012).....	55
Figura 28 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária”	57
Figura 29 – Exemplo de terraceamento implantado em terreno para redução da erosão e prática agrícola.	64
Figura 30– Microbacias prioritárias para implantação do projeto piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, mostrando as áreas com declive superior a 12%, onde é adequado efetuar estas intervenções.....	65
Figura 31 – Bacias prioritárias 3 e 14 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão	67
Figura 32 – Bacia prioritária 16 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão	68
Figura 33 – Perfil esquemático de estrutura básica de funcionamento do terraceamento.	70
Figura 34 – Perfil esquemático de estrutura básica de terraço do tipo Nichols.	71
Figura 35 – Perfil esquemático de estrutura básica de terraço do tipo Mangum.....	72
Figura 36 – Exemplo de arado de disco reversível sendo utilizado para implantação de terraços no município de Paranavaí/PR.	73
Figura 37 – Exemplo de terraceador sendo utilizado para implantação e terraços no município de Planalto/PR.....	74
Figura 38 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”	75
Figura 39 – Microbacias prioritárias onde está prevista a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras’, com a rede hidrográfica e zonas de cabeceira	80
Figura 40 – Bacia Prioritária 1 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)	81
Figura 41 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP1 (cabeceira do rio Colônia).....	82
Figura 42 – Bacia Prioritária 2 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)	83
Figura 43 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP2 (cabeceira do rio Colônia).....	83
Figura 44 – Bacia Prioritária 3 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)	84
Figura 45 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP3 (cabeceira do rio Colônia).....	84
Figura 46 – Bacia Prioritária 10 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)	85
Figura 47 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP10(cabeceira do rio Colônia)	85
Figura 48 – Bacia Prioritária 16 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia).....	86
Figura 49 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP16 (cabeceira do rio Colônia)	86
Figura 50 – Etapas para um projeto de restauração.....	91

Figura 51 – Metodologia a seguir para a implementação do projeto piloto	91
Figura 52 – Metodologias e ações de restauração com a presença ou não de regeneração natural.....	92
Figura 53 – Ações para a restauração de áreas degradadas, com diferentes níveis de intervenção	93
Figura 54 - Chave para tomada de decisão da técnica de restauração da vegetação nativa mais apropriada para cada situação ambiental identificada	95
Figura 55 - Chave para tomada de decisão da técnica de restauração da vegetação nativa mais apropriada para cada situação ambiental identificada	96
Figura 56 – Fatores que influenciam a regeneração natural.....	98
Figura 57 – Definição e técnicas de condução da regeneração natural.....	99
Figura 58 – Cercas que foram construídas nos projetos de recuperação hidroambientais na bacia do rio das Pedras (Município de Guaraciama - MG) e na bacia do rio Jatobá (Município de Pirapora - MG), todos inseridos na bacia do rio São Francisco.....	103
Figura 59 - Atividades operacionais contendo as metodologias mais usadas, rendimentos de hora homem por hectare (HH/ha), rendimentos de hora máquina por hectare (HM/ha), dosagens, insumos e número de repetições para 30 meses de manutenção.....	118
Figura 60 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “recomposição da vegetação em cabeceiras”.....	125
Figura 61 – Custo estimado para a restauração florestal via semeadura direta em linhas de plantio, para a região do Alto Teles, MT.....	126
Figura 62 – Custo estimado para a restauração florestal via semeadura direta a lanço, para a região do Alto Teles, MT.....	127
Figura 63 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas no entorno da rede hidrográfica principal da BP1.....	135
Figura 64 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP2.....	135
Figura 65 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP3.....	136
Figura 66 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP5.....	136
Figura 67 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP10	137
Figura 68 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP14	137
Figura 69 – A racionalidade econômica dos pagamentos por serviços ambientais.....	146
Figura 70 – Áreas de estabelecimento do PSA “cacau cabruca”	148
Figura 71 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “PSA cacau cabruca”.....	153
Figura 72 – Áreas de estabelecimento do PSA Boas Práticas na Pecuária	158
Figura 73 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “PSA boas práticas na pecuária”.....	163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre causa da degradação e projeto-piloto a implementar	7
Quadro 2 – estimativa de custo de implantação de uma barraginha (unidade).....	25
Quadro 3 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas (R\$ 10 ³)	25
Quadro 4 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da implantação de paliçadas (R\$ 10 ³)	39
Quadro 5 – Rede viária rural com potencial para ser requalificada, por município	45
Quadro 6 – Critérios para definição da distância entre as barraginhas e lombadas	53
Quadro 7 – Orçamento estimado para a requalificação da malha viária.....	58
Quadro 8 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária” (R\$ 10 ³)	59
Quadro 9 – Metas e indicadores para o projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária”	60
Quadro 10 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento” (R\$ 10 ³)	76
Quadro 11 – Áreas das bacias prioritárias e das zonas de cabeceira	87
Quadro 12 – Usos do solo nas zonas de cabeceira.....	87
Quadro 13 – Degradação da biodiversidade nas zonas de cabeceira.....	88
Quadro 14 – Áreas elegíveis para recomposição da vegetação em cabeceiras, por classe de degradação, por uso do solo/vegetação e por bacia.....	88
Quadro 15 – Comparação entre métodos de controle de espécies competidoras (gramíneas exóticas) recomendados para a região sul do estado da Bahia	110
Quadro 16 – Valores de referência para as ações de restauração ecológica	126
Quadro 18 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “recomposição da vegetação em cabeceiras” (R\$ 10 ³).....	129
Quadro 19 – Indicadores e metas para os projetos de restauração ecológica	131
Quadro 20 – Indicadores para monitoramento das áreas restauradas.....	132
Quadro 21 – Áreas das bacias e do entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal.....	138
Quadro 22 – Usos do solo no entorno da rede hidrográfica principal	138
Quadro 23 – Degradação da biodiversidade no entorno da rede hidrográfica principal	139
Quadro 24 – Áreas elegíveis para recomposição da vegetação em zonas baixas, por classe de degradação, por uso do solo/vegetação e por bacia.....	139
Quadro 26 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “recomposição da vegetação em zonas baixas” (R\$ 10 ³)	143
Quadro 27 – Orçamento estimado para PSA “cacau cabruca” (R\$ 10 ³).....	154
Quadro 28 – Orçamento estimado para PSA Boas Práticas na Pecuária (R\$ 10 ³)	164
Quadro 29 – Cronograma de execução do projeto-piloto CRA.....	171
Quadro 30 – Orçamento estimado do projeto-piloto CRA (R\$ 10 ³)	171
Quadro 31 – Metas e indicadores do projeto-piloto CRA	172
Quadro 32 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “educação ambiental e capacitação”	178
Quadro 33 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “educação ambiental e capacitação” (R\$ 10 ³).....	180
Quadro 34 – Relação entre os objetivos do projeto-piloto e os resultados e benefícios esperados	184
Quadro 35 – Cronograma de execução	187
Quadro 36 – Orçamento estimado da Gestão integrada da BHRC (R\$ 10 ³)	188

Quadro 37 – Metas e indicadores	189
---------------------------------------	-----

LISTA DE SIGLAS

APP – Áreas de Preservação Permanente

BH – Bacia Hidrográfica

BHRC – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

BP – Bacia Prioritária

CBHL – Comitê das Bacias Hidrográficas do Leste

CEFIR – Cadastro Estadual de Florestal de Imóveis Rurais

ONG – Organização Não-Governamental

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PREMAR – Programa de Recuperação e Manutenção de Rodovias

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

RP – Relatório de Progresso

SEIA – Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos

ZC – Zona de cabeceira

1. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o **Portfólio de projetos**, sétimo produto do **Plano Estratégico para Revitalização Ambiental da Bacia do Rio Cachoeira** e último produto da segunda etapa (Etapa 2 - Áreas Prioritárias e Mecanismos e Estratégias para Revitalização).

O presente relatório visa apresentar um portfólio de projetos-piloto estruturantes para implementação de mecanismos e estratégias de revitalização na bacia hidrográfica do rio Cachoeira. Para cada projeto-piloto apresenta-se:

1. Caracterização geral de tipologia de área/degradação relacionada ao projeto
2. Objetivo/ resultados esperados (que benefícios traz)
3. Metodologia detalhada (mecanismos e técnicas adequadas a cada contexto)
4. Cronograma
5. Orçamento
6. Formas de viabilização dos projetos através de fontes/captação de recursos e das instituições e capacidades relacionadas ao projeto (conforme identificado no RP2)
7. Indicadores e metas

Página deixada intencionalmente em branco

2. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

A fase de caracterização e diagnóstico deste estudo permitiu diagnosticar o **estado ambiental** da bacia hidrográfica do rio Cachoeira (*produtos RP1 a RP3*). Os elementos de caracterização e diagnóstico foram posteriormente combinados e analisados, o que permitiu identificar **diferentes situações e graus de degradação** (*produto RP4*): degradação do solo, degradação da biodiversidade devido à fragmentação da paisagem, degradação da água, entre outras, causadas por fatores diversos.

Em seguida, no escopo do *produto RP6 - Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização*, selecionaram-se as microbacias prioritárias para intervir, considerando as seguintes características: relevância hídrica, degradação ambiental e tendências de desenvolvimento do território. Nesse produto detalha-se a metodologia que foi adotada para determinar quais as microbacias onde se deve intervir com maior prioridade.

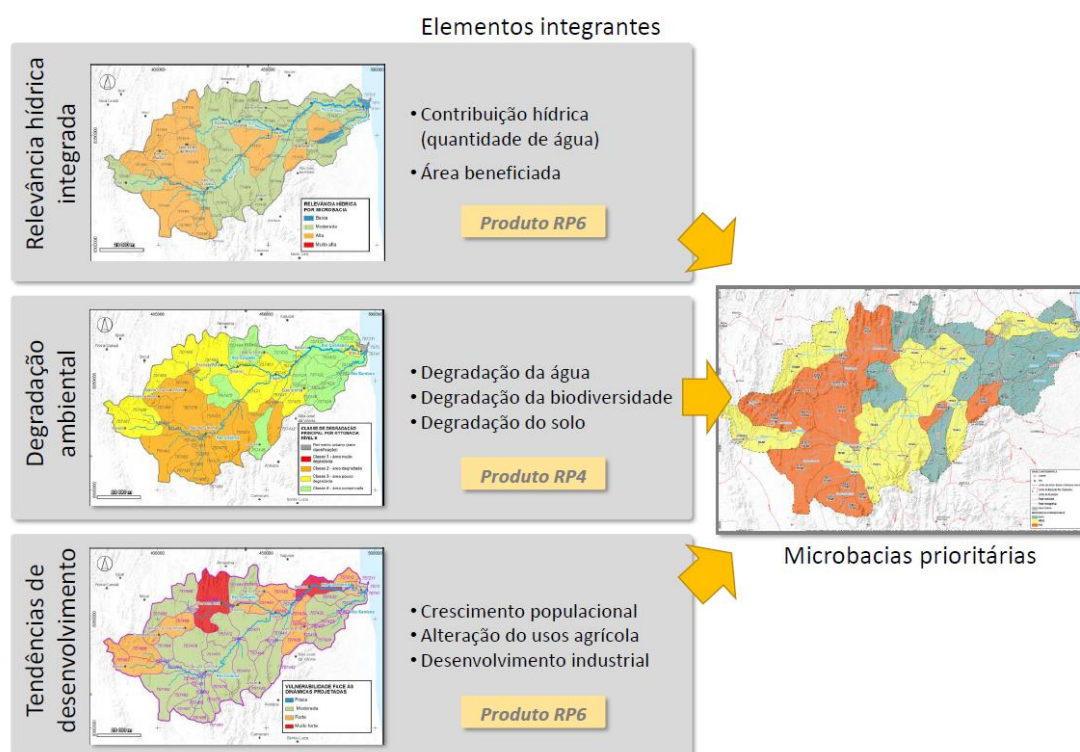


Figura 1 – Metodologia esquemática de identificação das microbacias prioritárias

A aplicação dessa metodologia resultou na identificação de 16 microbacias prioritárias (classe “prioridade alta”) que deverão ser alvo de intervenção na 1ª fase de implementação do Plano (1º ao 5º ano) e para as quais se propõem projetos-piloto de revitalização no presente documento. Foram ainda identificadas 20 microbacias com

prioridade média de intervenção, que deverão ser intervencionadas na 2ª fase de implementação do Plano Estratégico de Revitalização (4º ao 8º ano).

Em seguida, ainda no escopo do produto RP6, definiu-se, para cada microbacia, uma ou várias estratégias de revitalização que devem ser aplicadas para solucionar ou minorar as principais causas de degradação. As estratégias de revitalização são categorias de intervenções – e não mecanismos ou ações concretas – adequadas a determinadas causas de degradação ou a características do território, em cada microbacia prioritária.

As cinco estratégias de revitalização definidas foram:

- **Manejo do solo**, através de controle de erosão, para microbacias com degradação do solo relevante;
- **Recuperação** ambiental, através da reposição da continuidade ecológica: para microbacias com fragmentação relevante da paisagem;
- **Instrumentos econômicos inovadores**, através de pagamento por serviços ambientais e de cotas de reserva ambiental, para microbacias com preponderância de áreas de cultivo de cacau cabruca ou áreas extensas de pecuária;
- **Educação ambiental e capacitação e Gestão integrada da BHRC** para toda a bacia hidrográfica.

Para atribuir a(s) estratégia(s) de revitalização a cada microbacia, consideraram-se as seguintes características de cada uma (no escopo do produto RP6):

- **Características ambientais**: declives, suscetibilidade à erosão, usos do solo predominantes, tipo de cobertura vegetal, presença de áreas protegidas, relevância hídrica superficial e subterrânea, vulnerabilidade da água subterrânea (à contaminação e à escassez);
- **Contexto socioeconômico**: população e densidade populacional, dinâmicas socioeconômicas de desenvolvimento, emprego;
- **Grau de degradação**: do solo, das águas superficiais, das águas subterrâneas, da biodiversidade e degradação integrada (de todos estes fatores);

Com base nas estratégias definidas (tipologias de intervenções) e partindo das características de cada microbacia, desenvolveram-se 11 projetos-piloto, que se apresentam nas seções seguintes.

3. APRESENTAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DOS PROJETOS-PILOTO

3.1. Causas e efeitos da degradação

Os 11 projetos-piloto que se apresentam neste documento foram desenhados para responder a situações específicas de degradação e seu objetivo é contribuir para resolver ou, pelo menos, minorar as causas dessa degradação.

Na maioria dos casos, observou-se que a degradação em uma determinada área geográfica se deve à deterioração de seus componentes: água, solo e biodiversidade, em conjunto (como se analisou detalhadamente no produto RP6 - Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização). Uma vez que essas três componentes se inter-relacionam e afetam mutuamente, é de esperar que a degradação de um dos componentes acabe se refletindo nos restantes.

Assim, se uma determinada área se apresenta degradada, é de esperar que nesse local exista deterioração da qualidade da biodiversidade, da água e do solo e não de apenas um desses três componentes. Embora a análise de sobreposição de planos de informação nem sempre revele claramente alteração da qualidade dos três componentes essenciais do território, é previsível que, no médio-longo prazo ela se estenda efetivamente a todos eles, se não se atuar em tempo útil.

Para evitar que situações de degradação se estendam (em área territorial ou em abrangência funcional de componentes do território) ou que se agravem (aumento do grau de degradação) é imperativo determinar tão cedo quanto possível qual a origem da degradação, isto é: qual a causa primária da situação de degradação existente numa determinada área. De fato, a chave de uma atuação eficiente – e é aí que se pretende chegar – é determinar com precisão sobre que componente agir, isto é: identificar qual é a causa primária da degradação, embora ela possa estar-se refletindo em vários componentes do sistema.

3.2. Metodologia de seleção dos projetos-piloto

Efetivamente, a resolução de problemas complexos implica sempre: a) uma análise de todos seus componentes e de suas inter-relações (efetuada na Etapa 1 – Diagnóstico socioambiental e institucional), b) uma determinação dos agentes primários (causas primárias) da teia de inter-relações (efetuada na produto RP6 - Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização); c) uma definição de áreas/situações que requerem atuação prioritária (presente Etapa 2 – Áreas prioritárias, mecanismos e estratégias para revitalização).

Assim, e de acordo com esse processo metodológico de “atuar nas causas e não nas suas consequências”, optou-se por estruturar o presente documento agrupando os projetos-piloto por origem dos problemas ou causas da degradação. Esta opção procura conferir um caráter prático, de “guia de apoio à decisão” ao *portfolio* de projetos, que assim pretende ser uma ferramenta de auxílio à implantação dessas soluções no terreno. Ademais, com essa abordagem, que se foca na resolução do problema/causa que está na sua origem e não no resultado visível desse problema, pretende-se alcançar não só maior sucesso nos resultados dos projetos-piloto, mas também maior durabilidade dos seus efeitos.

Para auxiliar a seleção do projeto-piloto mais adequado a implementar em cada situação, apresenta-se abaixo o Quadro 1 que direciona o decisor para a escolha mais adequada. Não será demais, nesta fase, voltar a recordar que, na maior parte dos casos, a degradação de uma determinada área poderá verificar-se em todos os seus componentes principais (água, solo e biodiversidade), pelo que poderá não ser fácil e imediato determinar qual a causa primária da degradação. Ademais, não se pode também ignorar que é possível que várias causas primárias de degradação estejam presentes, contribuindo para a deterioração da área em análise. Assim, não se pretende com esta abordagem ignorar a complexidade das situações que ocorrem na BHRC; Mas, para conseguir avançar, atuando no terreno, é necessário primeiramente decidir. E é objetivando apoiar a decisão que se apresenta o Quadro 1 que pretende apenas guiar e orientar o decisor. Estudos e análises de detalhe de cada situação poderão ser necessárias para determinar com exatidão quais os melhores métodos a aplicar e prevê-se, inclusivamente, que possa ser necessário recorrer à implementação de vários métodos em conjunto para resolver situações de degradação mais extremas.

Em conclusão: uma vez estando definidas as bacias prioritárias onde implementar cada tipologia de projetos-piloto (correspondência entre bacia prioritária e estratégia de revitalização apresentada no produto RP6), é preciso identificar especificamente que projeto-piloto implementar e em que áreas dentro de cada bacia prioritária. O Quadro 1 de apoio à decisão, sistematiza todos os dados e toda a informação que foi considerada e analisada e que, conjugada, permitiu, não apenas selecionar o projeto-piloto mais indicado para cada situação, como também sugerir as áreas que parecem mais adequadas para a sua implementação em cada bacia prioritária, sempre que tal se revelou possível, à escala de trabalho utilizada e considerando os objetivos do presente Plano Estratégico de revitalização da BHRC.

Quadro 1 – Relação entre causa da degradação e projeto-piloto a implementar

Problemas / características da microbacia	Planos de informação	Projeto-piloto
Erosão hídrica em zonas de declive elevado (mas <12%), pouca ou nenhuma vegetação	• Mapa de declives (mapa 6 do RP1): até 12% • Tipos de usos do solo (mapa 9 do RP1): classes “pecuária” e “agricultura” • Suscetibilidade à erosão (mapa 23 do RP1): moderada, alta e muito alta	1. Controle do escoamento e aumento da recarga (barraginhas)
Erosão hídrica extrema (voçorocas) localizada	• Mapa de bacias prioritárias de intervenção (mapa 1 do RP6)	2. Controle de erosão hídrica extrema: paliçadas
Erosão hídrica causada por traçado da estrada inadequado	• Suscetibilidade à erosão (mapa 23 do RP1): moderada, alta e muito alta • Rede hidrográfica • Rede viária (trechos da rede viária rural)	3. Controle de erosão: requalificação malha viária
Erosão hídrica causada por declive muito acentuado (>12%)	• Mapa de declives (mapa 6 do RP1): superior a 12% • Tipos de usos do solo (mapa 9 do RP1): classes “pecuária” e “agricultura” • Suscetibilidade à erosão (mapa 23 do RP1): moderada, alta e muito alta	4. Modelagem dos relevos: terraceamento

Problemas / características da microbacia	Planos de informação	Projeto-piloto
Áreas com cobertura vegetal degradada em zonas de cabeceira	• Áreas de cabeceira de linhas de água principais • Degradação da biodiversidade (mapa 2 do RP4): baixa, intermédia e alta • Tipos de usos do solo (mapa 9 do RP1): classe “cobertura vegetal”	5. Recomposição da vegetação em cabeceiras
Áreas com cobertura vegetal degradada em zonas baixas	• Rede hidrográfica: faixa de 200m para cada lado das linhas de água principais • Degradação da biodiversidade (mapa 2 do RP4): baixa, intermédia e alta	6. Recomposição da vegetação em zonas baixas
Bacias prioritárias que têm a plantação de cacau como principal atividade económica primária	• Tipos de usos do solo (mapa 9 do RP1): classe “agricultura” que corresponde às áreas de plantação de cacau cabruca	7. PSA “cacau cabruca”
Áreas onde a pecuária é um uso do solo expressivo	• Tipos de usos do solo (mapa 9 do RP1): classe “pecuária”	8. PSA “boas práticas na pecuária”
Microbacias prioritárias para aplicação da estratégia “instrumentos económicos inovadores”	• Mapa de estratégias prioritárias (mapa 2 do RP6)	9. Cotas de Reserva Ambiental (CRA)
Áreas com densidade populacional relevante	• Mapa de densidade da população (figura 15 do RP6): áreas com maior densidade de população	10. Educação ambiental e capacitação
Déficit de aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Saneamento Básico na bacia	(Toda a BHRC)	11. Gestão integrada da BHRC

4. PROJETOS-PILOTO

Neste capítulo apresentam-se detalhes sobre 11 projetos-piloto de revitalização da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, direcionados à resolução de diferentes causas de degradação em diferentes situações do território:

1. Controle de escoamento e aumento da recarga: barraginhas
2. Controle de erosão hídrica extrema: paliçadas
3. Controle de erosão: requalificação malha viária
4. Modelagem dos relevos: terraceamento
5. Recomposição da vegetação em cabeceiras
6. Recomposição da vegetação em zonas baixas
7. PSA "cacau cabruca"
8. PSA "boas práticas na pecuária"
9. Cotas de Reserva Ambiental (CRA)
10. Educação ambiental e capacitação
11. Gestão integrada da BHRC

Para cada projeto, detalham-se os seguintes itens:

1. **Local e suas características:** determinação das áreas mais adequadas para implantação do projeto-piloto e justificativa;
2. **Objetivo do projeto-piloto:** objetivos, resultados esperados, que benefícios deverá trazer
3. **Metodologia:** técnicas e ações a desenvolver, para implementar o projeto-piloto no terreno; listagem de recursos (técnicos e humanos);
4. **Cronograma de execução:** faseamento das ações descritas na metodologia, para um horizonte temporal de 5 anos
5. **Orçamento estimado:** orçamento para implementar o projeto e mantê-lo ativo durante 5 anos;
6. **Alternativas de financiamento:** formas de viabilização do projeto através de fontes/captação de recursos e das instituições e capacidades relacionadas ao projeto (conforme identificado no RP2)
7. **Indicadores e metas:** metas que se pretende atingir e forma de calcular o progresso da implementação do projeto-piloto.

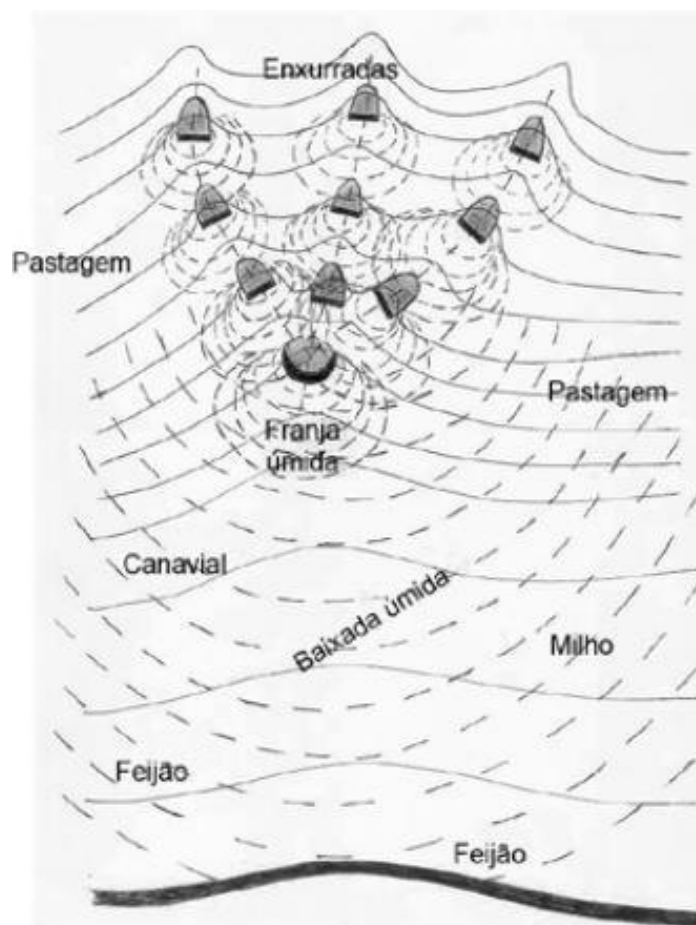
4.1. Controle de escoamento e aumento da recarga

O projeto piloto “controle de escoamento e aumento da recarga” se refere à instalação de barraginhas no terreno. De forma genérica, o termo “barraginha” refere-se a pequenas bacias de contenção de águas pluviais escavadas no solo, que podem apresentar formatos, diâmetros e profundidades que variam de acordo com sua principal utilidade e com as características do terreno onde são implantadas (p. ex. declividade e tipo de solo) (EMBRAPA, 2015).

Consideradas bons mecanismos de controle de erosão, as barraginhas funcionam como pequenos diques de contenção de águas pluviais que naturalmente concentram-se nos talwegues em forma de enxurrada e escorrem em excesso nos terrenos declivosos que apresentam pouca ou nenhuma cobertura vegetal e solos compactados. Em locais com estas características, as barraginhas impedem o incremento da energia cinética das enxurradas atuando como bacias de amortecimento (MI, 2005).

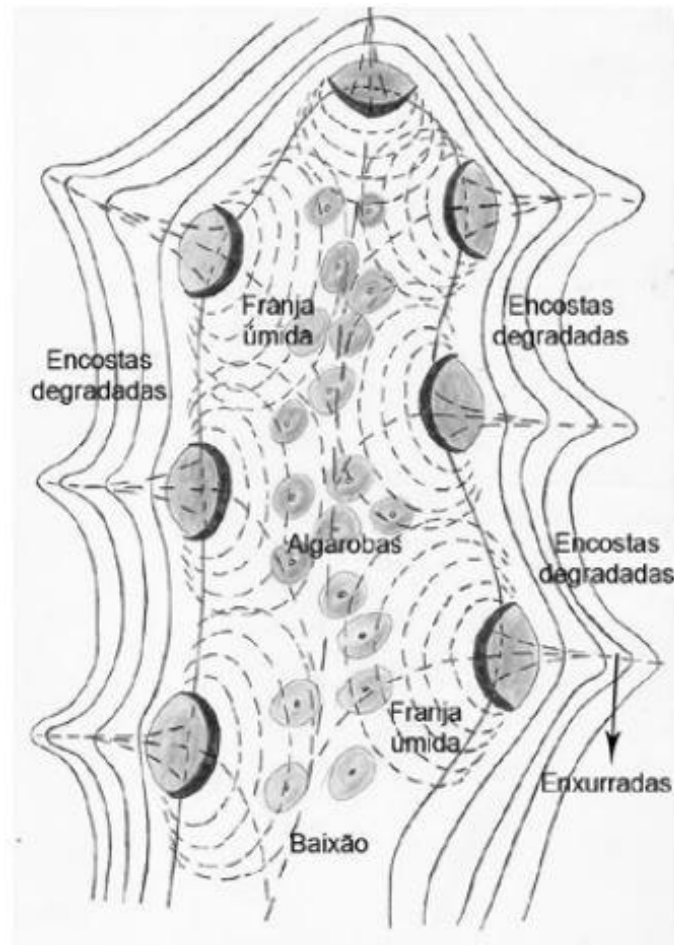
Quando construídas em sucessão e interligação, as barraginhas têm seu potencial de amortização aumentado, criando um “efeito cascata” a partir da transferência de água de uma barraginha para outra. Sendo assim, ao diminuir a velocidade das enxurradas, os processos erosivos e o carreamento de sedimentos são também reduzidos no terreno – o que é importante, uma vez que na ocorrência de chuvas intensas, as enxurradas podem avolumar-se rapidamente e chegam a formar ondas erosivas de alto poder destrutivo (MI, 2005).

A título de exemplo, as Figura 2 e Figura 3 apresentam dois esquemas ilustrativos de implantação de barraginhas em diferentes contextos.



Fonte: EMBRAPA, 2009.

Figura 2 – Esquema ilustrativo exemplificando a distribuição de barraginhas em um sistema implementado na Fazenda Paiol, Comunidade da Estiva, localizada na Microbacia do Ribeirão Paiol/MG. *Ilustração: Luciano Cordoval de Barros.*



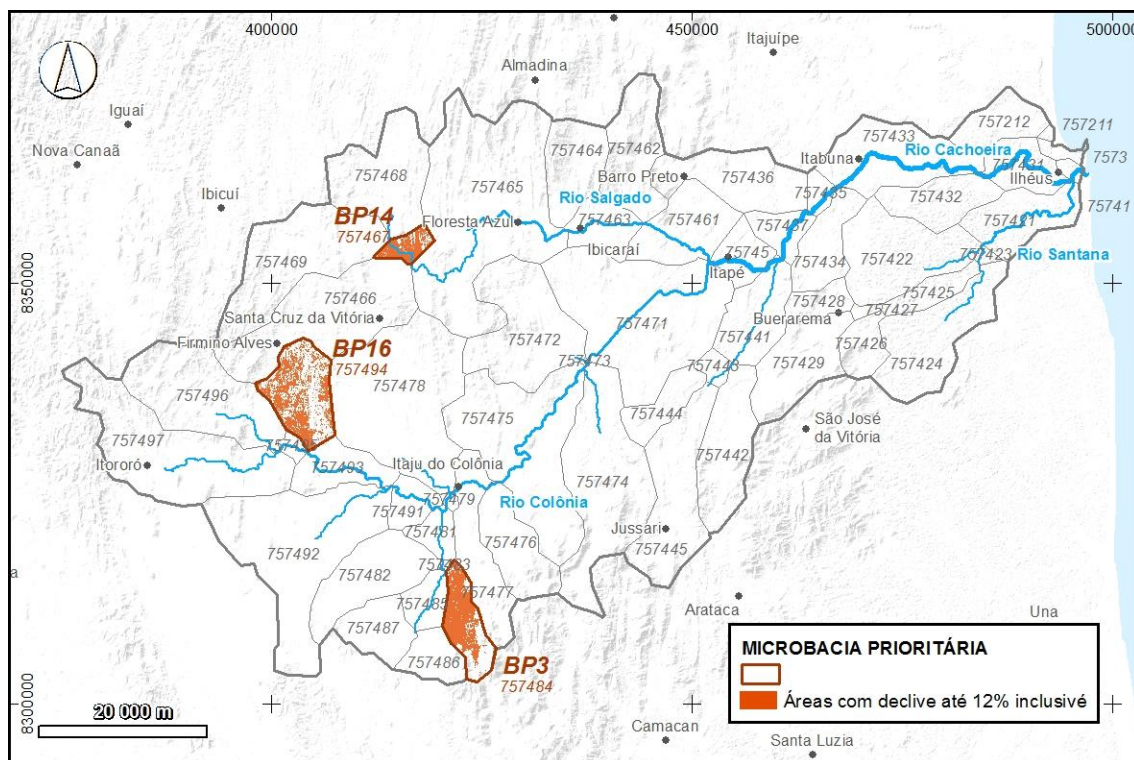
Fonte: EMBRAPA, 2009.

Figura 3 – Esquema ilustrativo exemplificando a distribuição de barraginhas em um sistema implementado no município de João da Costa/PI. *Ilustração: Luciano Cordoval de Barros.*

4.1.1. Local e suas características

De modo abrangente, é possível identificar, no âmbito da BHRC, três microbacias prioritárias para intervenção (identificadas no RP6 – *Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização*) que são passíveis à adoção deste tipo de mecanismo para minimização e controle dos processos erosivos (cf. Figura 4):

- Bacia prioritária 3 (BP3/757484);
- Bacia prioritária 14 (BP14/757467)
- Bacia prioritária 16 (BP16/757494).



Fonte: Nemus/V&S, 2017.

Figura 4 – Microbacias prioritárias para implantação do projeto piloto “controle do escoamento e aumento da recarga através da implantação de barraginhas”, mostrando as áreas com declive inferior a 12% (condição essencial para implantar barraginhas).

Estas microbacias assemelham-se por apresentarem declividade, relevo acidentado, predominância de atividades pecuárias e dinâmicas socioeconômicas que indicam risco de degradação geral, quer pelo aumento expressivo da própria atividade pecuária, quer pelo aumento das áreas industriais. Além disto, ocorre nestas áreas diminuição de atividades produtivas de baixo impacto, como o cacau-cabruca. Contudo, estas microbacias apresentam suscetibilidade à erosão predominantemente baixa (cf. análises desenvolvidas no relatório RP1), pelo que o a implantação das barraginhas adequa-se, pontualmente, em áreas de suscetibilidade à erosão mais elevada.

Para definir as áreas mais adequadas à implantação do projeto-piloto “controle de escoamento e aumento da recarga” através de barraginhas, no interior de cada bacia prioritária, cruzaram-se os seguintes planos de informação:

- **Declives** (mapa 6 do produto RP1): seleção das áreas com declive até 12%, porque a construção de barraginhas não é adequada para áreas com declividade superior a este valor;
- **Tipos de uso do solo** (mapa 9 do produto RP1): seleção das áreas ocupadas pelas classes “pecuária” e “agricultura” porque são as mais vulneráveis à erosão e aquelas onde é mais adequado implantar intervenções como as barraginhas (classes de uso do solo consideradas não-adequadas para esta intervenção: áreas urbanas, áreas ocupadas por água, e áreas com cobertura vegetal natural);
- **Suscetibilidade à erosão** (mapa 23 do produto RP1): seleção das áreas classificadas nas três classes de suscetibilidade mais elevada (“moderada”, “alta” e “muito alta”) do total de quatro classes.

As áreas resultantes da sobreposição desses planos de informação em ambiente SIG encontram-se representadas nas figuras seguintes.

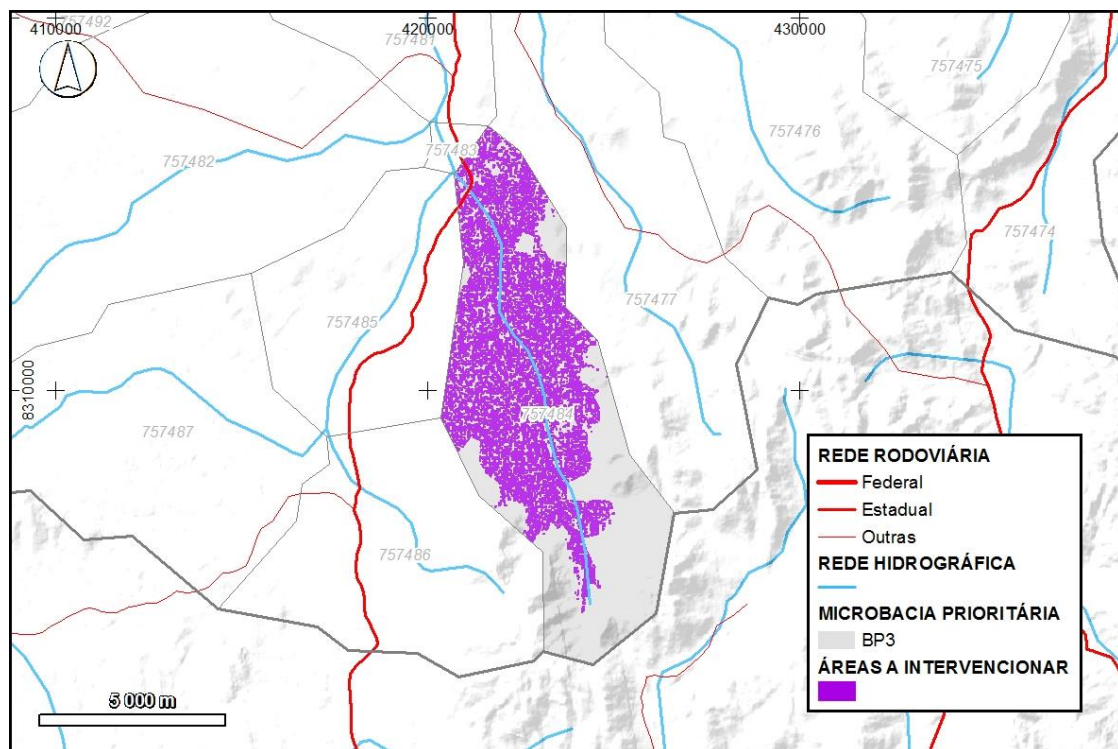


Figura 5 – Bacia prioritária 3 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “controle de escoamento e aumento da recarga”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão

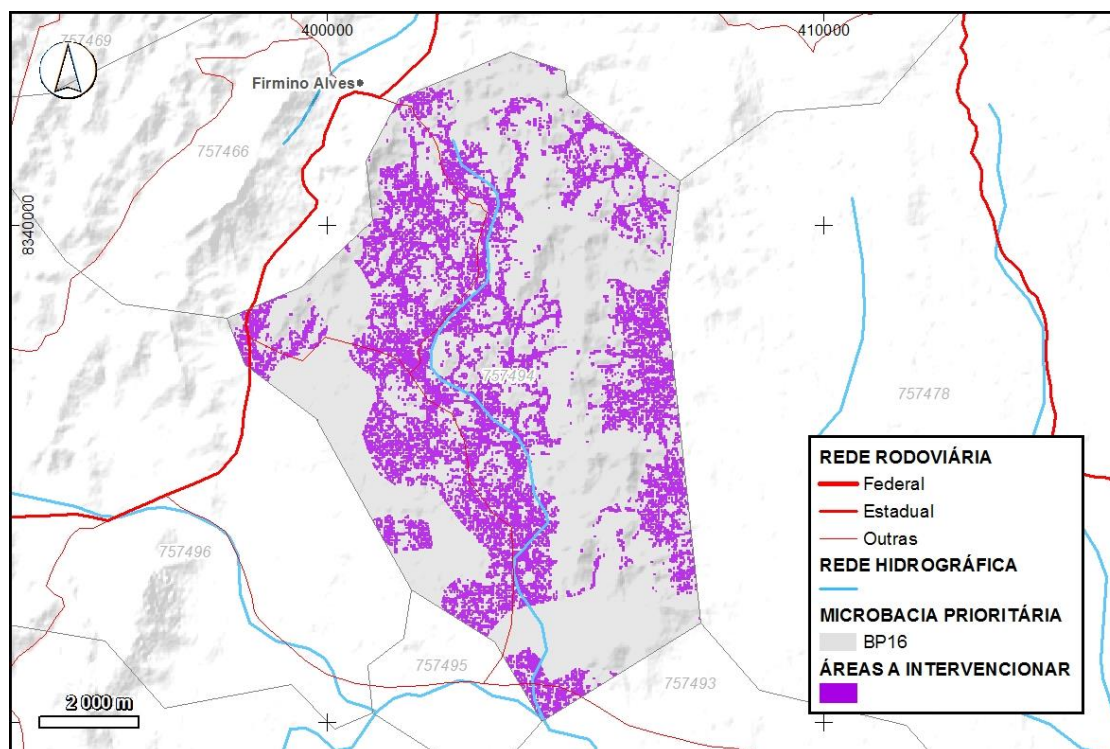
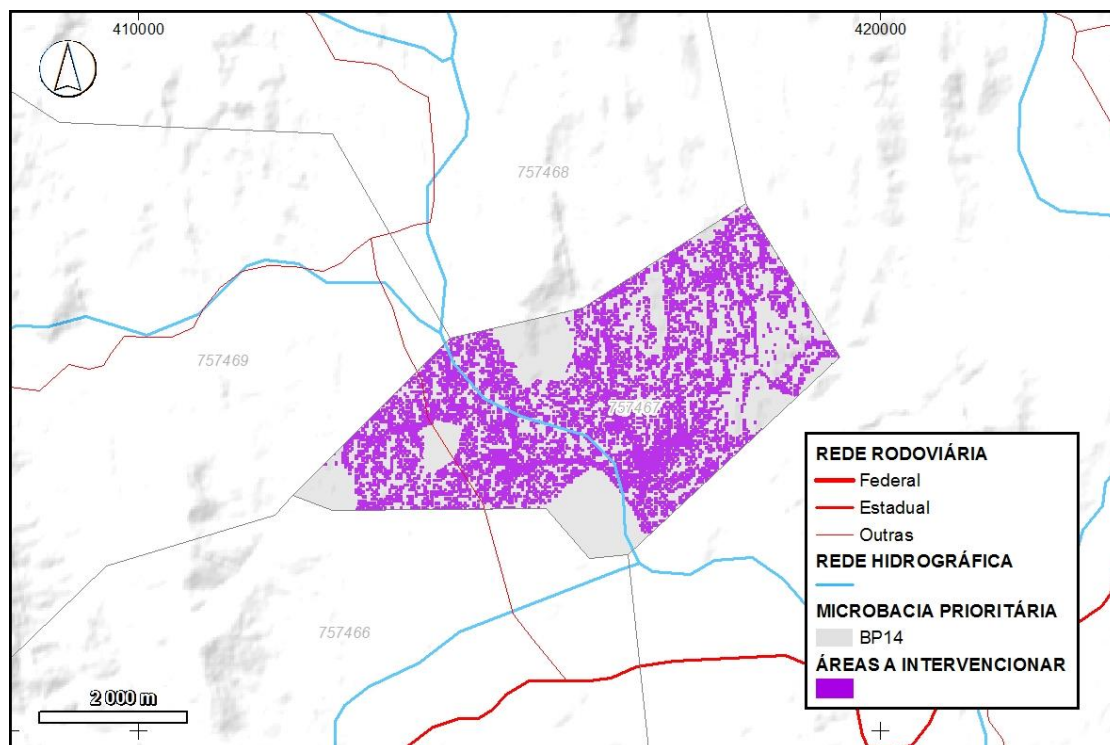


Figura 6 – Bacias prioritárias 14 e 16 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “controle de escoamento e aumento da recarga”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão

Vale ressaltar, entretanto, que outras áreas pontuais da BHRC podem também vir a apresentar características de terreno que as tornem suscetíveis a implantação de barraginhas como mecanismo de controle de erosão. Em casos mais específicos, as mudanças do uso do solo, mesmo que em escalas muito pequenas, poderão configurar áreas antes protegidas em áreas suscetíveis à erosão hídrica (como a supressão da vegetação de uma área declivosa, por exemplo). Por isso, torna-se imprescindível a constante observação de campo do protagonista/decisor/interventor, de modo que se permita intervir da maneira que mais se adeque à realidade local.

Nota: importa destacar que a implantação de barraginhas não se adequa a áreas muito íngremes (mais de 12% inclinação), áreas de preservação permanente (APP), cursos de água permanente ou áreas com solos inadequados (por ex.: Cambissolos, que, normalmente, não suportam esse tipo de intervenção).

4.1.2. Objetivo do projeto-piloto

Os principais objetivos do projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da implantação de barraginhas são:

- Promover a contenção do escoamento superficial de águas pluviais, contendo desta forma o avanço progressivo do processo erosivo, impedindo o incremento da energia cinética de enxurradas, funcionando como bacia de amortecimento. Com o processo erosivo estancado, é proporcionada a recuperação natural das áreas ora erodidas pelo surgimento espontâneo de vegetação ou ainda através de técnicas/mecanismos de revegetação.
- Secundariamente, melhorar a recarga dos aquíferos, disponibilizando uma maior oferta de umidade ao solo, possibilitando a coleta e infiltração da maior parte da água de escoamento superficial.

4.1.3. Metodologia

A implantação de barraginhas requer um conjunto de ações práticas para sua correta aplicação como mecanismo de controle de erosão e, conseqüentemente, para a visualização das melhorias que proporciona no terreno. Nos itens seguintes, são descritas as técnicas ou ações necessárias para construção de barraginhas e suas respectivas descrições metodológicas.

4.1.3.1. Escolha e análise da área, escavação e implantação de barraginhas

A escolha da área para construção de barraginhas é o primeiro e um dos mais importantes passos para o sucesso deste mecanismo. A partir da escolha da área se define tanto os meios que serão utilizados para a escavação quanto às dimensões que se pretende dar às barraginhas, de modo que exerçam o efeito pretendido.

Devem ser levados em consideração o tipo de solo, a declividade do terreno e o acesso de maquinários para a escavação, assim como a época do ano mais propícia (já que isto interfere diretamente no custo/hora dos maquinários a serem utilizados). Também deve-se ter em conta a preparação do terreno e as etapas relativas a esta preparação.

A descrição metodológica apresentada em seguida detalha melhor os passos sequenciais para a implantação de barraginhas.

4.1.3.1.1. Descrição metodológica

A. Escolha do local para construção

- A localização das barraginhas no terreno deve coincidir com os trechos de escoamento de enxurradas previamente identificadas no terreno, nas partes altas e médias, nas pastagens, nas lavouras, nos bigodes de estradas e até nas entradas de voçorocas, quando aplicável (EMBRAPA, 2009). Isto porque, como as enxurradas divergem em diversas direções, as barraginhas devem igualmente seguir os mesmos trajetos, sendo distribuídas conforme o percurso dessas enxurradas, de forma dispersa.

- O tipo de solo é um fator que deve ser levado em conta na escolha do local para a construção de barraginhas. Isto irá influenciar diretamente no custo/hora dos maquinários utilizados para escavação. Solos arenosos são mais fáceis de escavar, enquanto solos mais argilosos demandam maior tempo de trabalho. Neste sentido, há ainda de se considerar a época do ano em que será iniciado o processo de escavação: o período mais propício é a época mais úmida, após as primeiras chuvas, intercaladas com períodos de estiagem. Nessas condições, a escavação é facilitada por conta da umidade residual presente no solo e compactação do fundo e das bordas da bacia escavada é acelerada.

B. Preparação do terreno e escavação

- Inicialmente, é recomendada uma limpeza do local escolhido, retirando toda a matéria orgânica (cf. Figura 7), incluindo-se a área a ser ocupada pelas beiradas da bacia de contenção a ser escavada.



Fonte: Barros, 2014a.

Figura 7 – Exemplo de maquinário realizando limpeza inicial de área a ser escavada para construção de barraginha.

C. Implantação da barraginha

- A escavação propriamente dita da barraginha pode ser feita utilizando-se maquinários como pá carregadeira, trator de esteiras ou retroescavadeira (cf. Figura 8). Em alguns casos, é possível ainda a escavação manual, a depender das dimensões da barraginha e da disponibilidade de mão de obra.



Fonte: Barros, 2014a.

Figura 8 – Exemplo de escavação da barraginha propriamente dita com uso de retroescavadeira.

- O formato da bacia a ser escavada pode ser variável: quadrado, retangular, circular, semicírculo ou ter um formato indefinido. De maneira geral, as dimensões das bacias em formato circular podem ter de 3m. a 15m. de diâmetro e as retangulares podem variar de 3m x 6m a 6m x 10m. Já a profundidade média varia de 0,8m até 2,0m. (Souza e Domingues, s.d.).
- O arraste de terra deve ser feito no sentido da “caída” nos terrenos de maior declividade, e recomenda-se que as cristas dos taludes fiquem niveladas. Ao final da escavação, procede-se a compactação da crista da bacia recém-formada (cf. Figura 9) com os mesmos maquinários utilizados, e ainda, é indicado o plantio de espécies de gramíneas nas bordas – de modo que os taludes internos e externos adquiram maior firmeza, evitando rompimentos (Souza e Domingues, s.d.).



Fonte: Barros, 2014a.

Figura 9 – Exemplo de maquinário realizando a compactação da crista da bacia recém-formada.

- A condução das águas provenientes das enxurradas deve ser feita a partir da construção de um “canal de chamada”, adotando-se aproximadamente 0,5 m. de diferença de nível entre o início do canal e a bacia escavada. Este “guia” pode ser feito com retroescavadeira ou manualmente e revestido com cascalhos, pedras-de-mão ou seixos rolados. Em casos especiais, pode ser revestido de concreto ou feito com manilhas de cimento.
- É importante também que a barraginha possua uma saída (“sangradouro” ou “ladrão”) para o caso de não comportar o volume total de água. Nestes casos, o escoamento deve ser direcionado para outra barraginha ou para uma área plana, de modo que não provoque erosão no seu trajeto (EMBRAPA, 2009). Para isto, pode-se adotar o mesmo processo usado para construção do canal de chamada.



Fonte: Barros, 2014b.

Figura 10 – Exemplo de canal escavado para condução de águas de enxurradas para barraginha.

Nota: Vale ressaltar que o tamanho da barraginha varia em função do número de bacias a serem escavadas, do volume de água a ser captado em cada uma delas e da velocidade de infiltração da água no solo. É fundamental que a quantidade e o tamanho das bacias sejam suficientes para suportar o volume da enxurrada que irá receber. Entretanto, independente da conformação adotada, a linha de maior dimensão da bacia deve ficar posicionada no sentido perpendicular ao declive do terreno (EMBRAPA, 2009).

4.1.3.1.2. Recursos técnicos e maquinaria

A maquinaria recomendada para a construção de barraginhas é formada pelos seguintes veículos:

- Pá carregadeira
- Trator de esteiras
- Retroescavadeira

Os maquinários podem ser usados em conjunto ou isoladamente, sendo que cada um deles possui vantagens e desvantagens em termos de movimentação de terra e escavações. Caberá ao protagonista/decisor/interventor adequar os recursos disponíveis com sua realidade local.

4.1.3.1.3. Recursos humanos

De modo geral, não são necessários recursos humanos especializados para implantação de barraginhas, com exceção dos profissionais que manejam os maquinários. As observações de campo, a identificação das enxurradas e das áreas onde ocorrem, as medições e a escolha apropriada dos locais de construção das barraginhas podem ser feitas pelo próprio protagonista/decisor/interventor que pretende utilizar este método de controle erosivo.

4.1.4. Cronograma de execução

O cronograma de execução do projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas vai variar de acordo com a necessidade da implantação deste mecanismo no terreno. Deve-se levar em conta o tamanho da área a intervir e o número de barraginhas a serem escavadas, que variam de situação para situação. Posto isto, é possível assumir genericamente:

- Tempo de execução: para a construção de uma barraginha (unidade) leva-se de 1-2h de escavação da bacia principal, com equipamento; cerca de 1h para o acabamento (compactação das cristas, plantio de gramíneas no entorno) e aproximadamente 1h para o delineamento do canal de chamada.

Nota: Deve-se levar em conta que a construção de barraginhas interligadas pode aumentar a eficiência de tempo de construção, uma vez que é possível aproveitar, por exemplo, o uso dos maquinários intensivamente durante um determinado período, possibilitando a construção de várias bacias e canais de drenagem adequados à mitigação dos efeitos erosivos em áreas pontuais que se pretende intervir.

- Tempo até haver efeitos visíveis: a contenção de enxurradas e dos sedimentos carregados é visível de imediato na ocorrência de chuvas intensas. Já os efeitos de revitalização nas áreas do entorno protegidas pelo mecanismo são visíveis no médio e longo prazos, onde será possível observar o surgimento espontâneo de cobertura vegetal mais robusta, que por sua vez irá proporcionar melhor proteção ao solo.
- Duração dos efeitos: os efeitos podem ser considerados permanentes, desde que seja feita a correta manutenção das barraginhas e dos canais de chamada.
- Manutenção: é indicada a remoção de sedimentos acumulados na bacia de contenção e nos canais de chamada anualmente, de preferência nos períodos de estiagem. Contudo, é possível que este espaçamento de tempo seja reduzido de acordo com a intensidade das enxurradas e a quantidade de sedimentos carregados.

Na figura seguinte apresenta-se o cronograma indicativo do desenvolvimento e execução do projeto piloto, considerando a implementação de 100 barraginhas por ano, distribuídas pelas três bacias prioritárias (7, 8 e 10), nas áreas identificadas como sendo as mais adequadas para esta intervenção (cf. seção 4.1.1 Local e suas características).

Considera-se a realização de ações de manutenção e manejo, anualmente, de preferência nos períodos de estiagem (de limpeza dos sedimentos acumulados na bacia de contenção e nos canais de chamada). Contudo, é possível que este espaçamento de tempo seja reduzido de acordo com a intensidade das enxurradas e a quantidade de sedimentos carregados.

Figura 11 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas

Ano	1	2	3	4	5
Estudos e planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados)					
Preparação do terreno e escavação					
Manutenção das barraginhas					

4.1.5. Orçamento estimado

O orçamento estimado para a construção de barraginhas pode variar bastante em função de alguns fatores:

- Mão de obra disponível: quando aplicável, a contratação e mão de obra para eventual escavação, construção de canais de chamada, plantio de gramíneas no entorno das bacias etc. pode variar a depender da região e da quantidade de gente disponível para o serviço. Geralmente, trabalhos braçais são negociados por dias trabalhados ou por empreitadas.
- Localização da área a sofrer intervenções: a localização de onde se pretende construir as barraginhas irá definir o preço dos insumos e serviços a serem utilizados/contratados. Fatores como a proximidade de vilas ou cidades, centros comerciais (p. ex. casas de materiais de construção) ou prestação de serviços (no caso do aluguel de maquinários) podem ser decisivos na elaboração de orçamentos mais compatíveis com a realidade local/regional.
- Quantidade de barraginhas a serem construídas: naturalmente, os orçamentos tendem a ser multiplicados pela quantidade de barraginhas a serem construídas. Por este motivo, optou-se neste item por considerar a construção de 1 barraginha, cujos custos poderão sempre ser replicados de acordo com a necessidade da intervenção.
- Época do ano: é outra variável que pode modificar os orçamentos. Em épocas muito chuvosas, por exemplo, no caso de o protagonista/decisor/interventor decidir utilizar-se de maquinários para escavação de barraginhas em períodos de pouca estiagem entre as chuvas, certamente haverá mais demora nas escavações dada a compactação e peso do solo por conta do excesso de água infiltrada.
- Preço da hora/máquina cobrado: geralmente os maquinários utilizados para escavações são negociados por aluguel da hora/máquina. O tempo médio necessário para a escavação de uma barraginha é de 1-2h, podendo variar de acordo com o tipo do solo, a umidade da terra e a acessibilidade ao local de escavação, dentre outros fatores.

Tomando como base a construção de uma barraginha (unidade), é possível, entretanto estimar os valores que se apresentam no quadro seguinte.

Quadro 2 – estimativa de custo de implantação de uma barraginha (unidade).

Insumos	Unidade	Valor (R\$)
Mão-de-obra	Diária/homem	R\$ 70,00*
Maquinário	Hora/máquina	R\$ 130,00*
Cascalho	Metro cúbico (m³)	R\$ 170,00*
Cimento	Unidade (saco de 50Kg)	R\$ 30,00*
TOTAL		R\$ 400,00

*Valores estimados com base em preços praticados nos centros comerciais mais relevantes da BHRC (Ilhéus, Itabuna e Ibicaraí).

No Quadro 3 apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Número de barraginhas:** 100 por ano (com início no 2º ano);
- **Área de implantação:** áreas selecionadas no interior das bacias prioritárias 7, 8 e 10;
- **Valor médio de cada barraginha:** R\$ 400,00;
- **Atividades no 1º ano:** ações de planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 3 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Barraginhas	0	43	46	48	51	188
Total	0	43	46	48	51	188

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 200 mil**.

4.1.6. Alternativas de financiamento

A construção de barraginhas tem sido levada a cabo consistentemente no Brasil no presente século, principalmente no Nordeste e Sudeste do País (Embrapa, 2013). A Embrapa tem sido uma das entidades mais intervenientes neste tipo de projetos.

Mais recentemente, na Bahia, municípios como o de Caetité têm desenvolvido projetos de construção de barraginhas para armazenamento de água. Este particular projeto (Projeto Brotando Água) tem como objetivo apoiar pequenos agricultores do município e foi desenvolvido pela Prefeitura de Caetité com o apoio da Embrapa, uma empresa de energia local e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Caetité, 2017).

Ainda de acordo com a Embrapa, os principais financiadores de projetos de construção de barraginhas ao longo do presente século têm sido o Governo Federal (em Estados como Minas Gerais e Piauí), a Fundação Banco do Brasil e as próprias prefeituras municipais (Embrapa, 2013).

Desta forma, conclui-se que o presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Bahia;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);
- Financiamento privado:
 - BNDES;
 - Fundação Banco do Brasil;
 - Contribuições de empresas privadas na bacia do rio Cachoeira (ligadas à produção agrícola e pecuária).

4.1.7. Indicadores e metas

Para avaliação do projeto-piloto “controle do escoamento e aumento da recarga” através da construção de barraginhas, propõem-se as seguintes metas e respectivos indicadores.

- **Meta 1:** Realização do planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados) para a construção das primeiras 100 barraginhas; **Prazo:** final do 1.º ano; **Indicadores:** n.º de barraginhas com projeto de execução terminado e aprovado para implantação no terreno;
- **Meta 2:** Construção de 100 barraginhas por ano, distribuídas pelas bacias prioritárias (7, 8 e 10); **Indicadores:** n.º de barraginhas construídas em cada ano; **Fonte de informação:** prefeituras.

Página deixada intencionalmente em branco

4.2. Controle de erosão hídrica extrema: paliçadas

A erosão hídrica extrema do solo manifesta-se em muitos casos através da abertura de voçorocas. O controle deste tipo de erosão é habitualmente feito pela implantação de paliçadas, que são estruturas físicas e estáticas configuradas por uma sucessão de estacas (de madeira, dormentes ou bambu) posicionadas próximas umas das outras, formando barreiras transversais entrelaçadas (Menezes, 2002). São utilizadas nos estreitamentos dos processos erosivos que ocorrem em áreas declivosas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal (Couto *et al.*, 2010), e são particularmente adequadas para contenção de voçorocas (estádio mais avançado da erosão hídrica superficial).

Neste sentido, as paliçadas têm a função de conter a perda de sedimentos por erosão hídrica ao barrar a força do fluxo erosivo de enxurradas em áreas com voçorocas, de modo a estancar sua evolução erosiva, proporcionando melhorias na estrutura e estabilidade do solo. Por consequência, proporcionam também condições de recuperação natural das áreas degradadas por processos erosivos intensos (Nardin *et al.*, 2010).

A utilização de paliçadas como mecanismo de controle de erosão progressiva em voçorocas é considerada de grande valia, já que nem sempre práticas edáficas e vegetativas são suficientes para o controle da erosão, sobretudo em áreas onde as precipitações ocorrem com grande intensidade (Machado, 2007).

A Figura 12, apresentada em seguida, mostra um exemplo de paliçada construída em local que apresenta notável degradação causada por erosão hídrica superficial.



Fonte: Localmaq, 2015a.

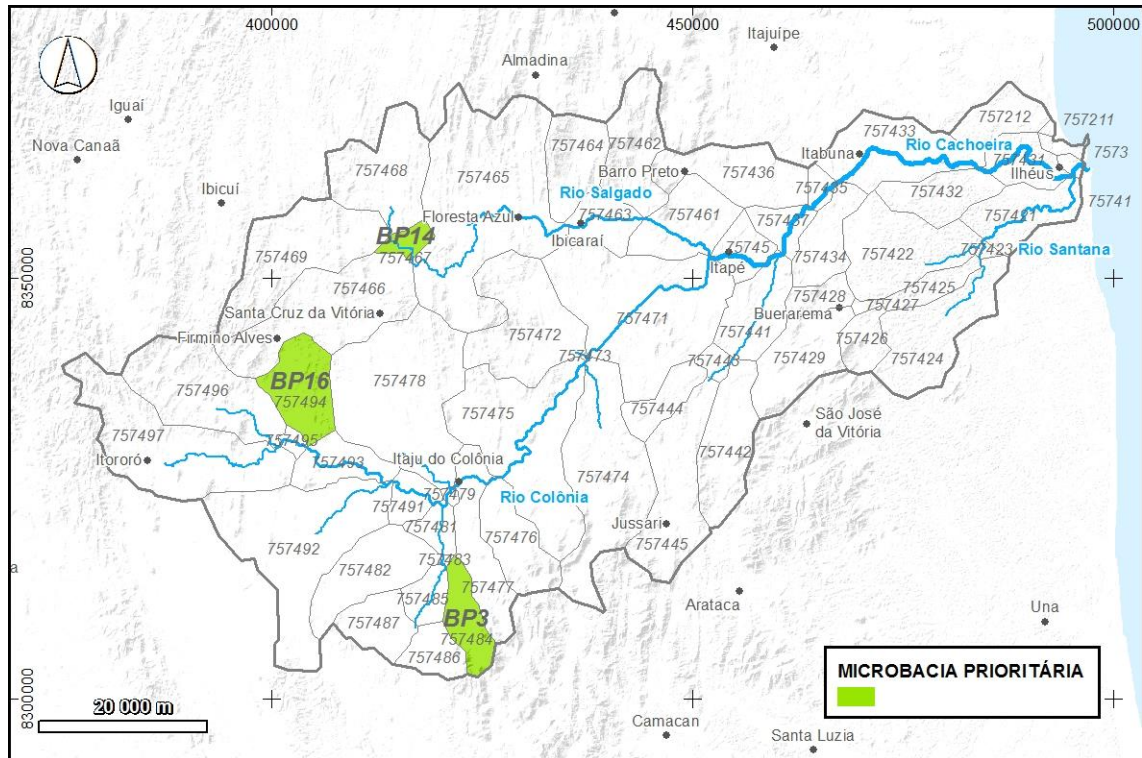
Figura 12 – Exemplo de paliçada de madeira com peças dispostas horizontalmente, formando um “cortinamento” para contenção de sedimentos.

4.2.1. Local e suas características

No escopo do produto RP6 – *Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização* foram selecionadas as seguintes bacias prioritárias para implantação do projeto-piloto “contenção de erosão hídrica extrema: paliçadas”:

- Bacia prioritária 3 (BP3/757484);
- Bacia prioritária 14 (BP14/757467)
- Bacia prioritária 16 (BP16/757494).

A implantação do presente projeto-piloto pode se adequar em áreas pontuais destas três microbacias prioritárias, que possuem características semelhantes (declividade, relevo acidentado, predominância de atividades pecuárias e dinâmicas socioeconômicas que indicam risco de degradação geral, entre outras). A figura seguinte apresenta a localização destas microbacias prioritárias.



Fonte: Nemus/V&S, 2017.

Figura 13 – Microbacias prioritárias para implantação do projeto-piloto “contenção de erosão hídrica extrema: paliçadas”.

Não é possível, contudo, generalizar o uso de paliçadas como forma de controle erosivo nestas áreas, uma vez que a aplicação deste mecanismo se adequa particularmente para voçorocas. Em outras palavras, apenas a identificação no terreno de áreas específicas que apresentem voçorocas é o que irá balizar a utilização de paliçadas como método de barramento de evoluções erosivas.

4.2.2. Objetivo do projeto-piloto

Os principais objetivos da construção de paliçadas são:

- Barrar a força do fluxo erosivo de enxurradas em voçorocas, de forma que permita o estancamento de sedimentos carregados pela erosão hídrica nos sulcos que naturalmente surgem como consequência desta erosão, evitando também o alargamento das dimensões das voçorocas.

- Secundariamente, proporcionar melhorias na estrutura e estabilidade do solo, criando condições de regeneração natural da cobertura vegetal.

4.2.3. Metodologia

A construção de paliçadas demanda por algumas intervenções práticas no terreno, pontualmente nas voçorocas, de forma que sua utilização como mecanismo de controle de erosivo surta os efeitos desejados. De antemão, é necessária uma análise básica da área a sofrer intervenção, para então serem definidos os melhores materiais a serem utilizados e estratégias de construção, bem como a construção propriamente dita das paliçadas. Os itens que se seguem apresentam as técnicas ou ações necessárias para construção de paliçadas e suas respectivas descrições metodológicas.

4.2.3.1. Análise da área, escolha dos materiais e construção das paliçadas

A implantação do projeto-piloto “controle de erosão hídrica extrema: paliçadas” implica: a análise da área, a escolha dos materiais a e construção das paliçadas.

4.2.3.1.1. Descrição metodológica

A. Análise da área

- Ao identificar áreas pontuais onde há ocorrência de voçorocas, o protagonista/decisor/interventor deverá observar o trajeto percorrido pelas enxurradas escoadas através dos sulcos formados pela ação erosiva. Estes sulcos variam muito de tamanho, dependendo do estágio de erosão presente.
- Devem ser feitas medições nos sulcos das voçorocas em alturas onde se deseja intervir, permitindo esboçar a estrutura da paliçada a ser construída e dimensionar melhor os materiais a serem utilizados na construção.

B. Escolha dos materiais

- Os materiais que irão compor a paliçada variam em função das dimensões da voçoroca e da força das enxurradas que escorrem pelos sulcos. Em situações onde as voçorocas ainda não alcançaram grandes proporções e estão em áreas com declividade pouco acentuada, é recomendado o uso de bambu (usados na horizontal, compondo uma “cortina” de barramento) em consórcio com madeiras roliças (usadas na vertical como estacas de apoio e sustentação) disponíveis. Já para as voçorocas em estágio mais avançado ou em locais mais declivosos, é indicado o uso de mourões de eucalipto tratado (também dispostos na horizontal, encaixados em mourões verticais) ou qualquer outro tipo de madeira resistente, desde que devidamente impermeabilizada. (Guimarães *et al.*, 2012).
- O uso de sacos com terra é indicado para o escoramento da paliçada e para absorção do impacto das enxurradas. Podem ser utilizados sacos de ráfia, algodão ou similares, ou ainda, materiais que possam servir ao mesmo propósito (p. ex., pneus reciclados preenchidos com terra).
- A utilização de arames de aço inoxidável ou de materiais similares é também recomendado para união, entrelaçamento e reforço das estacas que serão usadas na construção da paliçada.
- O uso de pedras para a forragem do fundo das paliçadas é indicado, formando uma espécie de “assento” para que os sedimentos carreados sejam ali contidos e armazenados.

C. Construção das paliçadas

- Para a construção de paliçadas de bambu é necessário que sejam fincados mourões na vertical, de modo que sirvam de apoio para posterior disposição horizontal das peças de bambu. A fixação é feita através de covas escavadas com auxílio de ferramentas apropriadas (p. ex., cavadores retos ou articulados), cuja profundidade deve ser de no mínimo 50% do comprimento dos mourões (Couto *et al.*, 2010). Em seguida, precede-se à disposição horizontal das peças de bambu, que devem formar uma “cortina” de barramento de sedimentos (cf. Figura 14). É importante que todas as peças estejam firmemente unidas entre si e entre os mourões com arame de aço inoxidável ou material similar, e que sejam dispostos sacos com terra para o devido escoramento e amortecimento das enxurradas (cf. Figura 15).



Fonte: Rio de Janeiro, 2016.

Figura 14 – Exemplo de paliçada de bambu. Observa-se a disposição dos mourões (vertical) e das peças de bambu (horizontal), formando uma “cortina” de barramento.



Fonte: Silva *et. al.*, 2010 *Apud* Nardin *et. al.*, 2010.

Figura 15 – Exemplo de paliçada de bambu. Observa-se a disposição de sacos de ráfia preenchidos com terra para reforçar o escoramento e promover a absorção do impacto das enxurradas.

- Para a construção de paliçadas de madeira, mais resistentes (aquelas feitas com eucalipto tratado ou similares), o arranjo das peças no mecanismo é feito através da fixação vertical de mourões de apoio, em duplas, de modo que criem um “encaixe” para a disposição horizontal de peças de madeira. Os critérios para fixação dos mourões verticais no solo seguem assumindo a escavação de covas com auxílio de ferramentas manuais e profundidade mínima de 50% do comprimento das peças. É ainda recomendado que se proceda à disposição de sacos com terra para o devido escoramento e absorção de impacto (cf. Figura 16).



Fonte: Localmaq, 2015b.

Figura 16 – Exemplo de paliçada de madeira com peças que formam o “cortinamento” horizontal. Observa-se os mourões duplos funcionando como travas de encaixe para as peças de madeira e a utilização de sacos de ráfia preenchidos com terra para escoramento e absorção de impacto.

Nota: É importante que as peças do mecanismo fiquem totalmente unidas entre si de modo a evitar ao máximo o escoamento de água e sedimentos. Quando preciso, recomenda-se que as peças sejam ajustadas de maneira a evitar frestas.

4.2.3.1.2. Recursos técnicos e maquinaria

De modo geral, não há necessidade de recursos técnicos ou maquinários para construção de paliçadas. Em alguns casos, quando disponível, é possível utilizar máquinas perfuradoras de solo para a fixação de mourões.

4.2.3.1.3. Recursos humanos

Não são necessários recursos humanos especializados para implantação de paliçadas. As observações de campo, a identificação de voçorocas, as mensurações pertinentes e a escolha apropriada dos materiais de construção das paliçadas podem ser feitas pelo próprio protagonista/decisor/interventor que pretende utilizar este método de controle erosivo.

4.2.4. Cronograma de execução

O cronograma de execução para construção de paliçadas é variável em função da quantidade e das dimensões das voçorocas identificadas em uma determinada área a sofrer intervenção. Entretanto, é possível assumir genericamente:

- Tempo de execução: para a construção de uma paliçada (unidade) estima-se que seja necessária: 1h para a escavação de covas para os mourões; 1h para a disposição e aparelhamento horizontal das peças (bambu ou madeira) e sua devida amarração; cerca de 1h para a disposição de sacos com terra para escoramento e espalhamento de pedras para forragem do fundo da paliçada.
- Tempo até haver efeitos visíveis: a contenção dos sedimentos carregados pela enxurrada é visível no médio e longo prazos (cf. Figura 17), assim como os efeitos de revitalização nas áreas erodidas (sulcos e entorno das voçorocas). Destaca-se que medidas mecânicas como a construção de paliçadas servem de base para proporcionar condições mínimas para o estabelecimento de práticas vegetativas (ANDRADE *et al.*, 2005).



Fonte: Silva *et. al.*, 2010 *Apud* Nardin *et. al.*, 2010.

Figura 17 – Exemplo de paliçada de bambu em funcionamento. Observa-se o barramento e acúmulo de sedimentos à montante da enxurrada.

- **Manutenção:** é indicada a manutenção periódica das estruturas das paliçadas através da troca de mourões e outras peças de bambu ou madeira eventualmente danificadas (apodrecidas, quebradas ou fragilizadas), assim como a troca dos arames de amarração e dos sacos com terra que estejam muito desgastados. A periodicidade da manutenção vai variar de situação para situação, sendo preciso que as estruturas do mecanismo sejam frequentemente vistoriadas para avaliação desta necessidade.

Na figura seguinte apresenta-se o cronograma indicativo do desenvolvimento e execução do projeto piloto, considerando a implementação de 30 paliçadas por ano, distribuídas pelas três bacias prioritárias (3, 14 e 16).

Figura 18 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da construção de paliçadas

Ano	1	2	3	4	5
Estudos e planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados)					
Implantação de paliçadas					

4.2.5. Orçamento estimado

O orçamento estimado para a construção de paliçadas pode variar bastante em função de alguns fatores:

- Mão de obra disponível: quando aplicável, a contratação e mão de obra de trabalhadores rurais para escavação de covas para os mourões, construção das paliçadas, e disposição de sacos com terra e pedras no mecanismo pode variar a depender da região e da quantidade de gente disponível para o serviço. Geralmente, trabalhos braçais são negociados por dias trabalhados ou por empreitadas.
- Localização da área a sofrer intervenções: a localização das voçorocas onde se pretende construir as paliçadas irá definir o preço dos insumos e serviços a serem utilizados/contratados. Fatores como a proximidade de vilas ou cidades, centros comerciais (p. ex. casas de materiais de construção) ou prestação de serviços (no caso da contratação de mão de obra braçal) podem ser decisivos na elaboração de orçamentos mais compatíveis com a realidade local/regional.
- Tipo de paliçadas a serem construídas: O tipo de paliçada ser construída impacta diretamente nos orçamentos, uma vez que os materiais utilizados na contenção propriamente dita podem estar disponíveis a custo zero (p. ex., bambu, madeiras, ferramentas e substitutos aos sacos de com terra, como pneus).
- Quantidade de paliçadas a serem construídas: o número de paliçadas faz com que, naturalmente, os orçamentos sofram variações de preço, quer pela necessidade de mão de obra adicional, quer pela disponibilidade de alguns materiais (p. ex., bambu ou estacas de madeira).

Considerou-se o custo unitário de cada paliçada **R\$ 1.270,00**. No Quadro 4 apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Número de paliçadas:** 30 por ano (com início no 2º ano), distribuídas pelas três bacias prioritárias;
- **Área de implantação:** bacias prioritárias 3, 14 e 16;
- **Valor médio de cada paliçada:** R\$ 1.300,00;
- **Atividades no 1º ano:** ações de planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 4 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da implantação de paliçadas (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Barraginhas	0	40	43	45	48	177
Total	0	40	43	45	48	177

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da implantação de paliçadas tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 200 mil**.

4.2.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;

- Municipal:
 - o Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);
- Financiamento privado:
 - Contribuições de empresas privadas e de ONGs.

4.2.7. Indicadores e metas

Para avaliação do projeto piloto “controle de erosão hídrica extrema” através da implantação de paliçadas propõem-se as seguintes metas e respectivos indicadores.

- **Meta 1:** Realização do planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados) para a construção das primeiras 30 paliçadas; **Prazo:** final do 1.º ano; **Indicadores:** n.º de intervenções de “controle de erosão hídrica extrema através de implantação de paliçadas” com projeto de execução terminado e aprovado para implantação no terreno;
- **Meta 2:** Construção de 30 paliçadas por ano, distribuídas pelas bacias prioritárias (7, 8 e 10); **Indicadores:** n.º de paliçadas construídas em cada ano; **Fonte de informação:** prefeituras.

4.3. Controle de erosão: requalificação da malha viária

Muitas estradas, notadamente em zonas rurais, foram construídas sem o planejamento necessário, porque originalmente se tratavam de caminhos utilizados pelas populações para suas deslocamentos no interior das propriedades ou entre localidades (estradas vicinais). Acabaram sendo adaptadas para circulação de viaturas, sem levar em consideração o relevo e muitos outros fatores que precedem à construção de uma malha viária (Polido, 2011).

Estas estradas, sem planejamento adequado, são muitas vezes responsáveis por danos ambientais, causando sulcos de erosão e carreamento de solo para os mananciais. (Bublitz & Campos, 1997).

Para resolver estes e outros problemas, têm sido implementadas ou estão previstas ações pelos municípios ou pelo Governo Estadual; há que se considerar o Programa de Recuperação e Manutenção de Rodovias (PREMAR II), com o objetivo de melhorar a eficiência e segurança dos transportes e da logística na Bahia (SIT, 2015). Neste contexto, estão definidas as seguintes ações (SIT, 2015):

- Reabilitação e manutenção de rodovias estaduais, a execução de um pavimento asfáltico, de um sistema de drenagem e dos equipamentos de sinalização adequados.
- Obras de melhoria de vicinais, por meio de ações que garantam a trafegabilidade durante todo o ano, contemplando a substituição de pontes de madeira por pontes de concreto, instalação e recuperação de bueiros, drenagem longitudinal, encascalhamento de rampa e passagens molhadas.

Neste âmbito, está prevista a reabilitação do trecho da BA130/262/263 Itambé-Itapetinga-Itororó-Floresta Azul, bem como da BA-001, na zona de Ilhéus.

No escopo municipal, encontram-se diversas referências a obras de recuperação de estradas vicinais, em todos os municípios abrangidos pela Bacia do rio Cachoeira.

No escopo do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira, o interesse de eventuais obras de reabilitação ou melhoria da rede viária associa-se sobretudo à necessidade de controlar e de minorar os problemas relacionados à presença da infraestrutura, sobretudo no que se refere à erosão hídrica dos terrenos adjacentes ou a jusante, bem como o associado carreamento de sedimentos, em estradas rurais.

4.3.1. Local e suas características

Considerando o contexto da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e o escopo definido, os locais onde potencialmente deverão ser necessárias intervenções relacionadas à requalificação da rede viária, correspondem aos trechos de rede viária coincidentes ou na proximidade de áreas em risco de erosão. Isto porque estes trechos poderão estar a contribuir para provocar ou agravar a erosão, nos casos em que a rede viária não foi concebida para minimizar esses efeitos erosivos na própria rede viária e seu entorno.

No produto RP6 'Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização', propuseram-se estratégias de revitalização por microbacia prioritária, sendo o controle da erosão proposto para três microbacias:

- **Bacia prioritária 3** (BP3/757484) – município de Itaju do Colônia;
- **Bacia prioritária 14** (BP14/757467) – municípios de Floresta Azul e Santa Cruz da Vitória;
- **Bacia prioritária 16** (BP16/757494) – municípios de Firmino Alves, Itaju do Colônia, Itororó e Santa Cruz da Vitória.

Para estas bacias, foi definida a necessidade de intervenções pontuais em áreas com suscetibilidade mais relevante à erosão, devendo, por esse motivo, as intervenções de requalificação da rede viária ser aí efetuadas.

Nas figuras seguintes apresenta-se, para cada bacia prioritária, a sobreposição das **áreas de suscetibilidade à erosão** moderada a muito elevada, com a **rede viária** (Federal, Estadual e outra) e a **rede hidrográfica**. A rede viária com potencial para ser requalificada corresponde aos trechos da rede viária rural, não Federal ou Estadual, coincidentes ou na proximidade de áreas de suscetibilidade à erosão moderada a muito elevada.

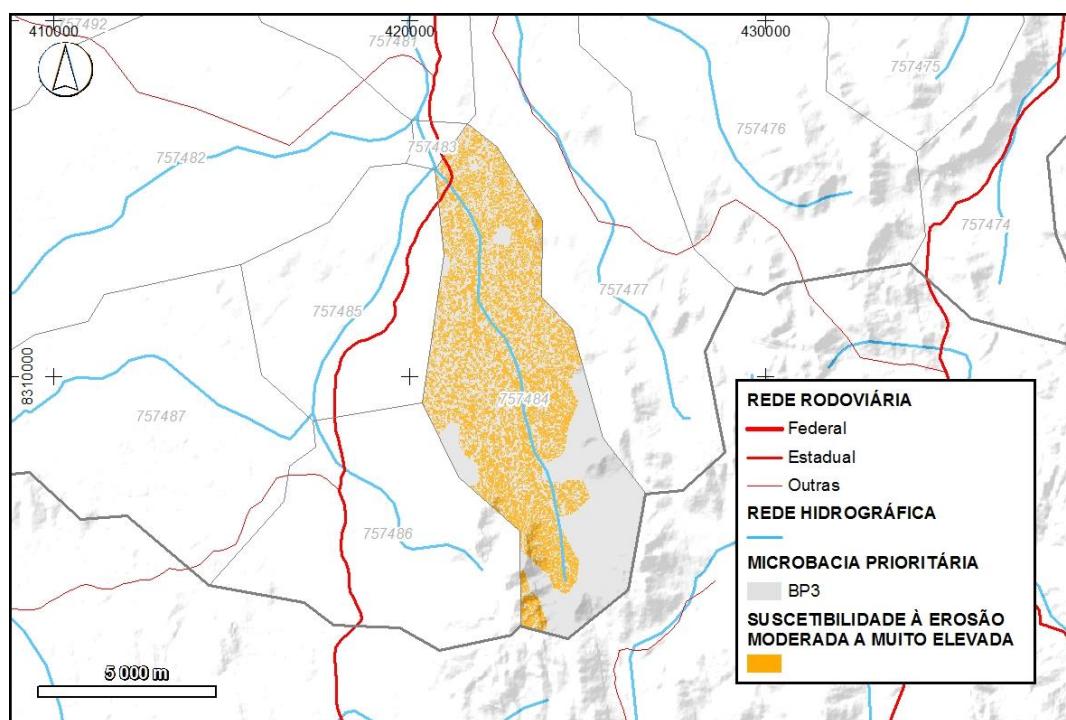


Figura 19 – Suscetibilidade à erosão, rede hidrográfica e rede viária presente e com potencial para ser requalificada na Bacia Prioritária 3

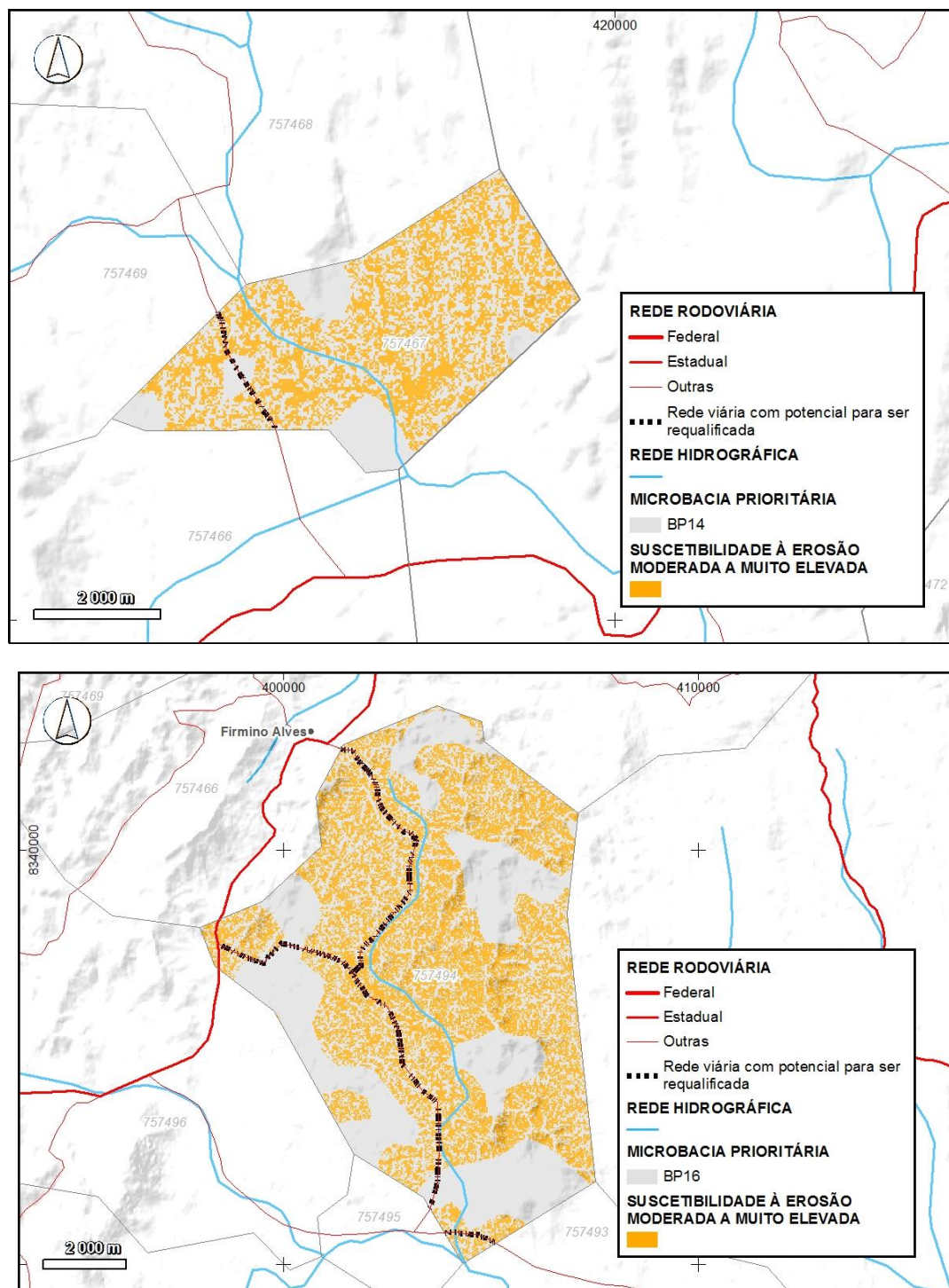


Figura 20 – Suscetibilidade à erosão, rede hidrográfica e rede viária presente e com potencial para ser requalificada nas Bacias Prioritárias 14 e 16

No Quadro 5 apresenta-se a síntese dos dados obtidos a partir das figuras anteriores, notadamente da rede viária rural com potencial para ser requalificada nas bacias prioritárias. Na BP3, com base nos critérios considerados, não se identificou rede viária a requalificar.

Quadro 5 – Rede viária rural com potencial para ser requalificada, por município

Município	Rede viária rural (Km)	Rede viária rural com potencial para ser requalificada	
		Extensão (Km)	% da rede viária rural
Bacia Prioritária 14			
Santa Cruz da Vitória	2,10	0,67	32
Total BP14	2,10	0,67	32
Bacia Prioritária 16			
Firmino Alves	4,80	2,67	56
Itaju do Colônia	1,00	0,40	40
Itororó	12,61	5,75	46
Total BP16	18,40	8,82	48
Total BP14 + BP16	20,49	9,49	46

A análise das figuras e quadro anteriores permite concluir o seguinte:

- **Bacia Prioritária 14** – integra menos de 1 Km de rede viária com potencial para ser requalificada (32% da rede viária rural), coincidente com o município de Santa Cruz da Vitória;
- **Bacia Prioritária 16** – integra cerca de 9 Km de rede viária com potencial para ser requalificada (48% da rede viária rural), coincidente com os municípios de Firmino Alves, Itaju do Colônia e Itororó.

A seleção de áreas específicas para o desenvolvimento de ações de requalificação da rede viária, deve ser feita, em conjunto com os municípios referidos, em função das características da rede viária e da existência de problemas na sua drenagem que causem erosão hídrica.

4.3.2. Objetivo do projeto-piloto

O objetivo do projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da rede viária” é desenvolver um conjunto de ações que possa ser implementado na infraestrutura viária e seu entorno, quando na presença de problemas que não careçam de intervenções complexas, para adequação das estradas rurais aos seguintes objetivos:

- Controle/redução dos processos erosivos relacionados ao escoamento de águas devido à má drenagem;
- Diminuição da quantidade de sedimentos que são carregados para os corpos hídricos;
- Promoção da infiltração das águas.

Estes objetivos vão ao encontro da estratégia de revitalização ‘controle de erosão’ definida no produto RP6 ‘Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização’.

Com a execução das ações propostas nas microbacias prioritárias, espera-se vir a melhorar os problemas de escoamento, de erosão e de carreamento de sedimentos relacionados à rede viária rural.

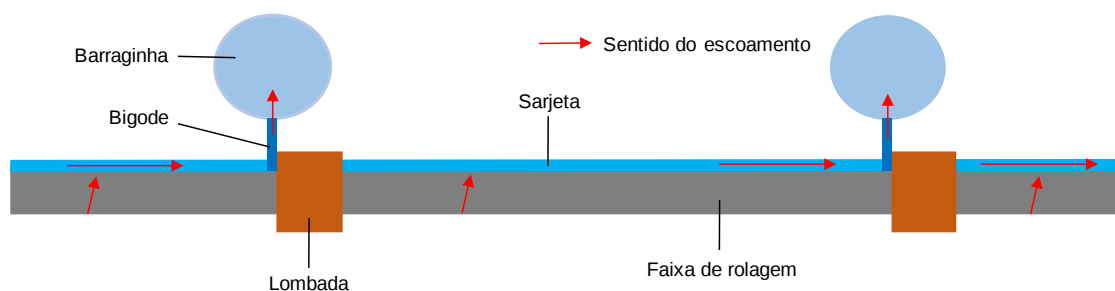
Em situações cuja complexidade o exija, deverão ser desenvolvidos projetos específicos, notadamente em casos que sejam necessárias relocações de traçado, intervenções de fundo na drenagem das vias, alterações importantes na geometria ou plataforma das estradas, terraplanagens, obras de arte, entre outras.

4.3.3. Metodologia

Na bacia hidrográfica do São Francisco foi promovido, desenvolvido e implementado, pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF, um conjunto de projetos de recuperação hidroambiental, com o objetivo de resolver problemas de degradação diversos. Um dos problemas transversal a praticamente todos os projetos hidroambientais, para o qual foram desenvolvidas soluções, relaciona-se com a presença de estradas rurais sem medidas de controle e contenção das águas pluviais, causando problemas de erosão hídrica e de carreamento de sedimentos.

Com o objetivo de controlar os processos erosivos e o carreamento de sedimentos para jusante, são apresentadas ações para adequação das estradas rurais, que se referem à execução de sistemas de drenagem, para coleta, encaminhamento e contenção das águas pluviais, cuja relação se apresenta, esquematicamente, na Figura 21:

1. **Adequação de faixa de rolagem**, para dar inclinação no leito em direção a uma **sarjeta** que será construída na parte mais baixa da estrada, para condução do escoamento superficial para as lombadas;
2. **Construção de desviadores de fluxo ou lombadas**, para diminuição da velocidade da água e direcionamento desta para as bacias de contenção;
3. **Construção de canal de captação ou 'bigode'**, para condução das águas para as bacias de contenção;
4. **Construção de bacias de contenção de águas pluviais – barraginhas**, ao lado de cada lombada, na sua parte mais baixa, para receber as águas drenadas da estrada;
5. **Plantio de mudas ou de sementes** para recomposição da cobertura vegetal nos terrenos no entorno da estrada, para proteger o solo (detalhes sobre esta ação no projeto-piloto relacionados à recomposição da vegetação em zonas de cabeceira, na seção 0).



Fonte: Adaptado de AGB Peixe Vivo, 2012

Figura 21 – Sistema de drenagem constituído por adequação da faixa de rodagem, lombada, 'bigode' e barraginhas

Para a definição e construção dos projetos no terreno, deverá ser efetuada a locação real em campo, com auxílio da topografia, que deverá verificar o caimento da estrada, declividade da pista de rolagem (tanto na extensão quanto na largura) e o posicionamento no terreno (AGB Peixe Vivo, 2016b).

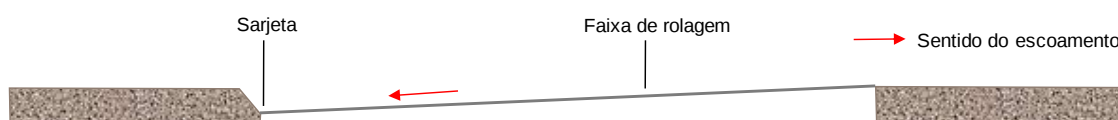
As cinco ações listadas acima para implantação do projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária” são descritas em detalhe nas seções seguintes (4.3.3.1 a 4.3.3.5), indicando-se para cada uma: descrição metodológica, recursos técnicos e maquinarias e ainda recursos humanos a utilizar.

4.3.3.1. Adequação de faixa de rolagem e construção de sarjeta

4.3.3.1.1. Descrição metodológica

A adequação da faixa de rolagem e construção de valeta deverá consistir nos seguintes passos sequenciais – Figura 22:

- Raspagem do leito da estrada, deixando a faixa de rolagem com declividade de 4% na direção da declividade do terreno e para o lado onde serão implantadas as bacias de contenção (Barraginhas) (AGB Peixe Vivo, 2012);
- Raspagem, na parte mais baixa da estrada, em todo o comprimento da estrada, de uma sarjeta ou dreno de terra, correspondente a uma faixa entre 0,5 e um metro de largura, com entre 16 e 20 cm de profundidade e (AGB Peixe Vivo, 2012, 2014a e 2016b), para conduzir as águas pluviais em direção às lombadas e para as bacias de contenção de águas pluviais (Barraginhas).



Fonte: Adaptado de AGB Peixe Vivo, 2012

Figura 22 – Esquema da estrada

4.3.3.1.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica não são necessários recursos técnicos específicos, devendo ser usada a seguinte maquinaria:

- Trator de esteira com lâmina frontal ou motoniveladora (patrol) (AGB Peixe Vivo, 2012 e 2014a).

4.3.3.1.3. Recursos humanos

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos humanos:

- Engenheiro civil (para direção e supervisão dos trabalhos);
- Topógrafo;
- Encarregado de obras.

4.3.3.2. Construção de desviadores de fluxo ou lombadas

4.3.3.2.1. Descrição metodológica

Os desviadores de fluxo ou lombadas são elevações construídas transversalmente ao longo da estrada com o objetivo de diminuir a velocidade do excesso de água que é escoado pela faixa de rolagem da estrada, conduzir as águas superficiais oriundas das sarjetas, direcionando-as para as barraginhas (AGB Peixe Vivo, 2012 e 2014 a).

As dimensões destas estruturas devem ser de forma que não prejudiquem o tráfego e não permitam a transposição das águas das chuvas (AGB Peixe Vivo, 2012).

As lombadas deverão ter uma das seguintes características alternativas:

- Comprimento total de 10 metros (a montante da crista a lombada deverá ter cerca de 4 metros de extensão e a jusante cerca de 6 metros), altura de 40 cm após compactada, declividade de 6% na semi-base de jusante (Figura 23) - AGB Peixe Vivo, 2012;
- Comprimento total de 10 metros (5 metros para cada lado do eixo), altura entre 30 após compactada, declividade de 6% - AGB Peixe Vivo, 2014 a.



Fonte: Adaptado de AGB Peixe Vivo, 2012

Figura 23 – Esquema de uma lombada

Para construção das lombadas deverão ser executados os seguintes passos sequenciais (AGB Peixe Vivo, 2014 a):

- Transporte de solo resultante da construção das barraginhas para a zona da lombada;
- Carga, transporte e descarga de cascalho até seções de construção das lombadas;
- Mistura do solo e cascalho em proporção adequada para compactação;
- Disposição e compactação da mistura, utilizando umedecimento gradual, sem controle tecnológico.

O espaçamento das lombadas será o mesmo que o das barraginhas (seção 4.3.3.4 e Quadro 6).

4.3.3.2.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos técnicos:

- Solo resultante da escavação das barraginhas;
- Cascalho.

Será ainda precisa a seguinte maquinaria:

- Motoniveladora.

4.3.3.2.3. Recursos humanos

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos humanos:

- Engenheiro civil (para direção e supervisão dos trabalhos);
- Topógrafo;
- Encarregado de obras.

4.3.3.3. Construção de canal de captação ou 'bigode'

4.3.3.3.1. Descrição metodológica

Os canais de captação ou 'bigodes' são sarjetas que conduzirão as águas para o interior das barraginhas, sendo localizadas à montante dos locais onde serão construídas as lombadas (AGB Peixe Vivo, 2014 a), na lateral por onde está havendo o escoamento pluvial da estrada, com uma abertura de pelo menos 1 metro para captação, com declividade de 1% a 2%, uma largura de pelo menos 40 cm e profundidade de 30 cm, de forma a conduzir a água captada para a bacia de contenção (AGB Peixe Vivo, 2016b). Este dispositivo é construído como uma espécie de arco que faz a condução do escoamento para o interior das barraginhas (AGB Peixe Vivo, 2014a).

4.3.3.3.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica não são necessários recursos técnicos específicos, devendo ser usada a seguinte maquinaria:

- Motoniveladora (patrol) (AGB Peixe Vivo, 2014a).

4.3.3.3. Recursos humanos

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos humanos:

- Engenheiro civil (para direção e supervisão dos trabalhos);
- Topógrafo;
- Encarregado de obras.

4.3.3.4. Construção de bacias de contenção de águas pluviais – barraginhas

4.3.3.4.1. Descrição metodológica

As bacias de contenção de águas pluviais (ou barraginhas) serão construídas ao lado das lombadas e no lado da estrada onde for construída a sarjeta.

Trata-se de uma escavação no solo que permite que as águas das chuvas fiquem acumuladas, assim como fiquem retidos os sedimentos que são carregados durante a ocorrência do escoamento superficial (AGB Peixe Vivo, 2014 a).

Cada barraginha deverá ter forma ovalada/circular e poderá ter dimensões diversas, entre 6 metros de diâmetro e 2 metros de profundidade (AGB Peixe Vivo, 2016a e 2016b), 10 metros de diâmetro e 2 metros de profundidade (AGB Peixe Vivo, 2012) e 14 metros de diâmetro e 1,60 metros de profundidade, localizando-se aproximadamente a 10 m do eixo da estrada. Cada barraginha deve ter associada um local de saída de água (extravasor ou ladrão), que deve ser de no mínimo 40 cm e cota inferior à do local de entrada de água, de modo a evitar que a água que se acumulou no interior da barraginha retorne para a estrada, em caso de chuvas extremas (AGB Peixe Vivo, 2014a).

A definição dos locais mais adequados para a construção das barraginhas deverá ser determinada através da locação topográfica (AGB Peixe Vivo, 2014a), sendo instaladas em pontos estratégicos da área de drenagem, com o objetivo de promover o armazenamento e a infiltração da água (AGB Peixe Vivo, 2016a). No entanto, para definição da distância entre as barraginhas, deverá ser considerado o critério apresentado no Quadro 6 (AGB Peixe Vivo, 2014a), associado à declividade da estrada.

Quadro 6 – Critérios para definição da distância entre as barraginhas e lombadas

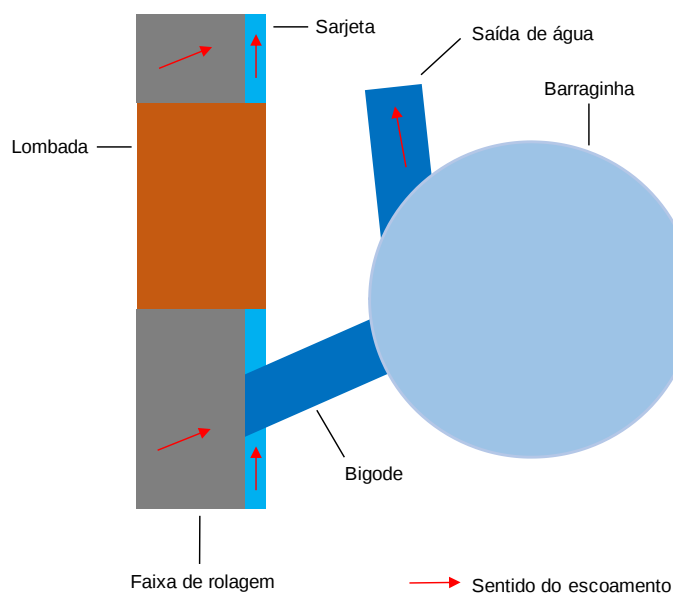
Declividade da estrada (%)	Espaçamento máximo das barraginhas e lombadas (m)
0 a 5	120
5 a 10	100
10 a 15	80
15 a 20	60
>20	40

Fonte: AGB Peixe Vivo, 2014a.

Para a construção das barraginhas, deverão ser executados os seguintes passos sequenciais (AGB Peixe Vivo, 2012, 2014a, 2016a e 2016b):

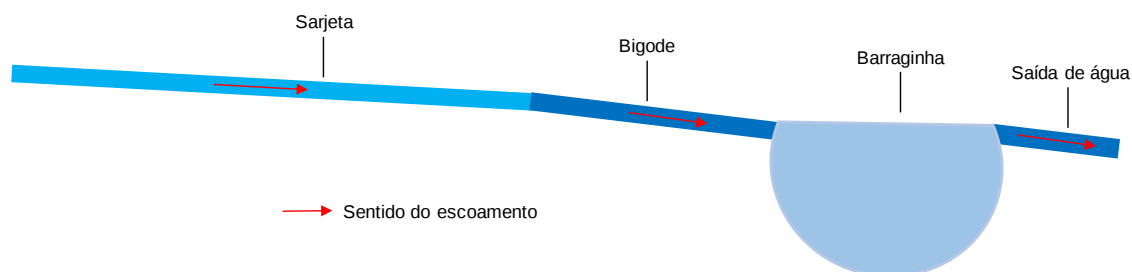
- Demarcação dos seus limites e posição, através dos serviços de topografia de locação e estaqueamento;
- Escavação do fundo da caixa;
- Transporte de materiais escavados para construção das lombadas;
- Disposição do material excedente no entorno da barraginha, colocado a jusante em forma de barramento em arco, e sua compactação de forma a ficar com faixa plana e compactada de aproximadamente 3 m, evitando que o material escavado retorne para o interior da bacia de captação, bem como assegurar maior contenção e segurança das bacias.

Na Figura 24 e na Figura 25 apresenta-se desenho esquemático dos dispositivos necessários à adequação das estradas rurais, na zona da barraginha, em planta e em perfil.



Fonte: Adaptado de AGB Peixe Vivo, 2014b

Figura 24 – Esquema dos dispositivos de adequação das estradas rurais, na zona da barraginha



Fonte: Adaptado de AGB Peixe Vivo, 2016a

Figura 25 – Perfil esquemático dos dispositivos de adequação das estradas rurais, na zona da barraginha

Nas figuras seguintes podem ver-se exemplos de uma barraginha que foi implementada no terreno, integrada num conjunto de ações de requalificação da malha viária.



Figura 26 – Barraginha integrante de requalificação da malha viária no Município de Guaraciama, MG (AGB Peixe Vivo, 2012)



Figura 27 – Vista lateral da mesma barraginha (AGB Peixe Vivo, 2012)

4.3.3.4.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica não são necessários recursos técnicos específicos, devendo ser usada a seguinte maquinaria:

- Pá carregadeira ou trator de esteiras (AGB Peixe Vivo, 2012);
- Escavadeira (AGB Peixe Vivo, 2016a).

4.3.3.4.3. Recursos humanos

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos humanos:

- Engenheiro civil (para direção e supervisão dos trabalhos);
- Topógrafo;
- Encarregado de obras.

4.3.3.5. Plantio de mudas ou de sementes

4.3.3.5.1. Descrição metodológica

A execução de plantio tem como objetivo garantir o revestimento dos terrenos no entorno das estradas rurais, impedindo que os mesmos fiquem expostos e sujeitos a fenómenos de erosão hídrica. Deverá ser executada sempre que a falta de cobertura vegetal associada às características dos solos, evidencie a possibilidade da ocorrência dos fenómenos referidos, bem como nas áreas que, ao serem intervencionadas, fiquem com o solo nu, notadamente no entorno das barraginhas.

A seleção das espécies deve basear-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes (CBCN, 2010).

Se apenas forem utilizadas espécies herbáceas, a função de proteção ao solo será apenas superficial. Assim, deverá ser feita uma combinação entre sementes herbáceas, arbustivas e arbóreas, para que a estabilização do solo se dê em profundidade (Fernandes, 2011).

A metodologia a seguir deverá ser a indicada, nas secções **4.5.3.3** e **4.5.3.4**, para o plantio de mudas e de sementes.

4.3.3.5.2. Recursos técnicos e maquinaria

Os recursos técnicos e maquinaria são os indicados nas secções **4.5.3.3** e **4.5.3.4**.

4.3.3.5.3. Recursos humanos

Os recursos humanos necessários são os indicados nas secções **4.5.3.3** e **4.5.3.4**.

4.3.4. Cronograma de execução

Tendo em consideração os relatórios de execução de algumas obras de adaptação de estradas, na Bacia do rio São Francisco (NeoGeo Geotecnologia, s.d.a e s.d.b), assim como os tempos definidos em Bioflora Tecnologia da Restauração (2016) e os rendimentos hora/homem/hectare e hora/máquina/hectare constantes em Instituto BioAtlântica (2009), apresenta-se, seguidamente, cronograma indicativo de implementação do projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária”, considerando a requalificação de 10 km de rede viária rural com implementação de 60 barraginhas (intervenções distribuídas pelas bacias prioritárias 7 e 8, tal como definido na seção 4.3.1 Local e suas características e na seção 4.3.7 Indicadores e metas), contemplando:

- Bacia Prioritária 14 – intervenção em menos de 1 km;
- Bacia Prioritária 16 – intervenção em 9 km.

Figura 28 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária”

Ano	1	2	3	4	5
Estudos e planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados)					
Implantação do canteiro das obras					
Locação e estaqueamento					
Adequação da faixa de rodagem e construção de sarjeta					
Construção de barraginhas e de ‘bigode’					
Construção de lombadas					
Execução de plantio					
Manutenção das barraginhas					

Em princípio, após a implementação das ações referidas deixará de haver problemas de erosão relacionados à má drenagem da estrada. No caso do plantio, os efeitos serão visíveis com o crescimento da vegetação.

As bacias de contenção (barraginhas) requerem manutenções periódicas, devido ao desgaste das suas paredes e de seu entorno, promovido por intempéries e pelo acúmulo de sedimentos em seu interior, o que leva à redução do seu volume de armazenamento e da capacidade de infiltração da água. As ações de manutenção mais comuns são as atividades de retirada de sedimentos presentes no interior da estrutura, o plantio do dique localizado a jusante da mesma, o remodelamento e a compactação das suas paredes e da faixa plana em seu entorno (AGB Peixe Vivo, 2016a).

4.3.5. Orçamento estimado

Seguidamente apresenta-se o orçamento estimado para requalificação de 10 km de malha viária, conforme indicado no capítulo 4.3.4.

Quadro 7 – Orçamento estimado para a requalificação da malha viária

Ação	Unidade	Preço unitário (R\$)	Quantidade	Preço
				Total (R\$)
Locação e estaqueamento	Metro	1,84 (1)	9.490,00	17.461,60
Adequação da faixa de rolagem, construção de sarjetas e bigodes	Metro	1,46 (1)	9.490,00	13.855,40
Construção de barraginhas	Unidade	405,00	60	24.300,00
Construção de lombadas	Unidade	55,00 (2)	60	3.300,00
Execução de plantio	Ha	6.234,00	3,00 (a)	17.579,88
Manutenção de barraginhas	Ano	10.428,75 (3)	4,00	41.715,00
Total (arredondado)				120.000

(1) Valor de Localmaq (2014);(2) Valor estimado; (3) Considera-se 5% do valor de execução das barraginhas.

(a) Considera-se média de 1,5 m para cada lado da estrada.

Não se apresenta estimativa do valor da implantação do canteiro da obra, porque esse número será variável em função da dimensão total da obra.

No Quadro 8 apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Extensão da malha viária a requalificar:** cerca de 1 km na bacia prioritária 14 e 9 km na bacia prioritária 16;
- **Área de implantação:** trechos selecionados no interior das bacias prioritárias 14 e 16;
- **Atividades no 1º ano:** ações de planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 8 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Controle de erosão: requalificação da malha viária	0	117	0	0	0	117
Manutenção de barraginhas	0	3	2,70	2,86	3,03	8,59
	0	120	3	3	3	129

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 150 mil**.

4.3.6. Alternativas de financiamento

Como foi anteriormente afirmado, o Estado da Bahia vem desenvolvendo o Programa de Recuperação e Manutenção de Rodovias (PREMAR II), financiado pelo Banco Mundial. Para além de englobar a reabilitação de estradas estaduais, o PREMAR II prevê obras de melhoria de estradas vicinais (Banco Mundial, 2016).

A melhoria de estradas vicinais no PREMAR II visa, entre outras coisas: a melhoria da drenagem da plataforma, com a substituição de pontes de madeira pouco seguras por pontes de concreto padronizadas; a construção e/ou reconstrução de bueiros e drenagem longitudinal; e a construção de passagens e eliminação de locais de atoleiro (Banco Mundial, 2016).

Há que se considerar, contudo, que nenhum dos municípios da BHRC foi englobado nesta componente do PREMAR II (Banco Mundial, 2016). Em suma, conclui-se que o presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Estadual:
 - Reconfiguração do PREMAR II para incluir os municípios da BHRC;
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2).

4.3.7. Indicadores e metas

Para a implementação do projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária” propõem-se as metas e indicadores constantes no Quadro 9.

Quadro 9 – Metas e indicadores para o projeto-piloto “controle de erosão: requalificação da malha viária”

Local	Meta	Prazo	Indicador	Fonte
Bacia Prioritária 14 (BP14/757467) – município de Itaju do Colônia	Requalificação de 100% da rede viária rural em áreas com suscetibilidade à erosão (Figura 19) – 1 km	5 anos	% da rede viária rural requalificada em áreas com suscetibilidade à erosão	Municípios onde forem efetuadas intervenções
Bacia Prioritária 16 (BP16/757494) – municípios de Firmino Alves, Itaju do Colônia, Itororó e Santa Cruz da Vitória	Requalificação de 100% da rede viária rural em áreas com suscetibilidade à erosão (Figura 20) – 9 Km	5 anos	% da rede viária rural requalificada em áreas com suscetibilidade à erosão	Municípios onde forem efetuadas intervenções

A seleção das áreas a requalificar deverá ser efetuada em conjunto com os municípios abrangidos e tendo em consideração as características da rede viária rural, de modo que sejam escolhidas áreas onde existem problemas de drenagem que causem erosão hídrica no entorno.

Página deixada intencionalmente em branco

4.4. Modelagem dos relevos: terraceamento

O terraceamento é uma prática de caráter mecânico, cuja implantação envolve a movimentação de terra por meio de cortes no relevo e aterros (EMATER/MG, 2006). A técnica se baseia na construção de um conjunto de terraços projetados, de acordo com as condições locais, para controlar a erosão hídrica superficial de determinada área (Wadt, 2003).

Considerado um dos métodos de conservação de solos mais antigos, o terraceamento tem a função de reduzir a velocidade da água das chuvas que escorrem sobre o terreno através do parcelamento do comprimento de rampas, de modo que promova a interceptação deste escoamento. Por tabela, ocorre o aumento da infiltração da água no solo e o escoamento das águas de enxurrada para locais mais adequados, evitando ação erosiva no solo (Macedo *et. al.*, 2009).

Genericamente, o terraceamento é empregado em áreas onde ocorre a erosão hídrica superficial (ou risco de erosão) nas quais não é possível ou adequado o uso de outros mecanismos de controle erosivo (como barraginhas, paliçadas e degraus de dissipação de energia), quer pela declividade acentuada do terreno, quer pelo tipo de solo inadequado a estes meios de intervenção (Macedo *et. al.*, 2009). No âmbito da agricultura, a técnica de terraceamento é amplamente utilizada para o aproveitamento de áreas declivosas para o plantio, de modo que estas áreas possam ser aproveitadas (Macedo *et. al.*, 2009).

A título de exemplo, a Figura 27 apresenta uma área onde foi feito terraceamento como medida protetiva ao solo e como uma forma de aproveitamento do terreno para práticas agrícolas.



Fonte: Matiello, 2015.

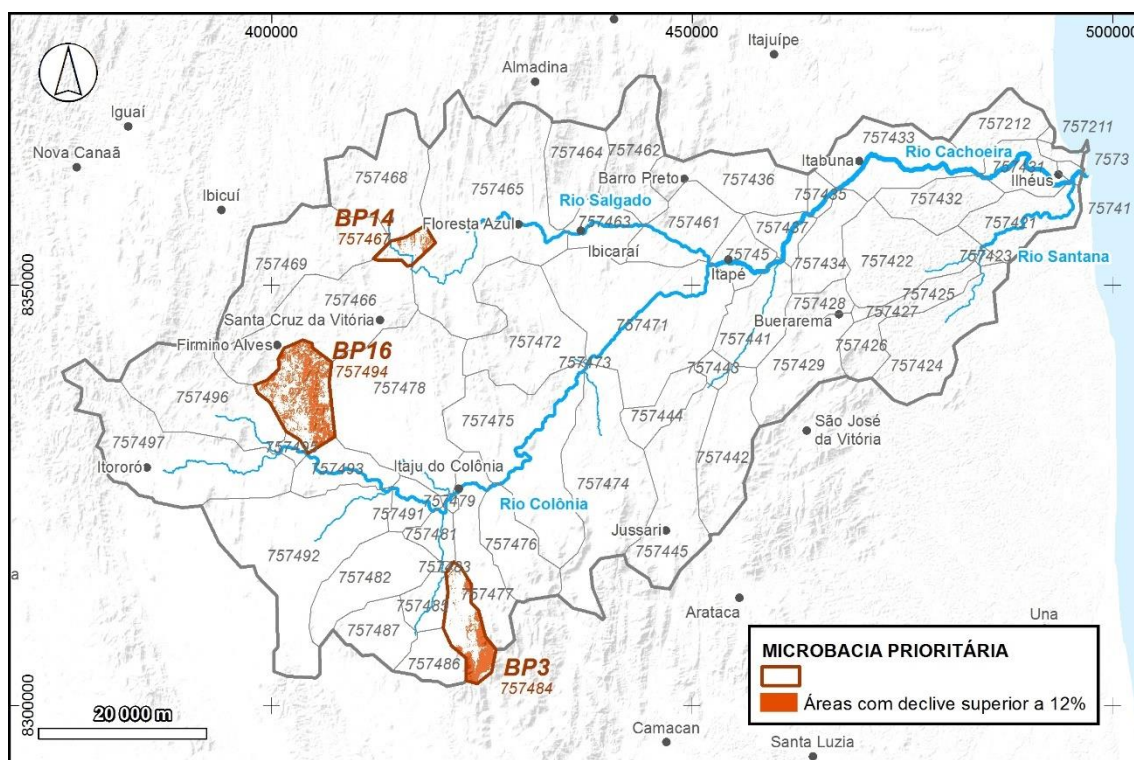
Figura 29 – Exemplo de terraceamento implantado em terreno para redução da erosão e prática agrícola.

4.4.1. Local e suas características

Identificaram-se na BHRC três microbacias prioritárias para implantação do projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento” (conferir produto: RP6 – *Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização*):

- Bacia prioritária 3 (BP3/757484);
- Bacia prioritária 14 (BP14/757467)
- Bacia prioritária 16 ((BP16/757494).

Estas apresentam características semelhantes (declividade, relevo acidentado, predominância de atividades pecuárias e dinâmicas socioeconômicas que indicam risco de degradação geral, etc.), que lhes conferem prioridade de intervenção. A figura seguinte apresenta a sua localização e evidencia as áreas com declive superior a 12%, condição que limita a implantação de outros projetos-piloto (notadamente impede a implantação de barraginhas), mas que é adequada à implantação do presente projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”.



Fonte: Nemus/V&S, 2017.

Figura 30– Microbacias prioritárias para implantação do projeto piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, mostrando as áreas com declive superior a 12%, onde é adequado efetuar estas intervenções.

Estas microbacias assemelham-se por apresentarem declividade, relevo acidentado, predominância de atividades pecuárias e dinâmicas socioeconômicas que indicam risco de degradação geral, quer pelo aumento expressivo da própria atividade pecuária, quer pelo aumento das áreas industriais. Para definir com maior detalhe as áreas mais adequadas à implantação do projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, no interior de cada bacia prioritária, cruzaram-se os seguintes planos de informação:

- **Declives** (mapa 6 do produto RP1): seleção das áreas com declive superior a 12% (onde intervenções mais simples, como a implantação de barraginhas, não são adequadas);
- **Tipos de uso do solo** (mapa 9 do produto RP1): seleção das áreas ocupadas pelas classes “pecuária” e “agricultura” porque são as mais vulneráveis à erosão e aquelas onde é mais adequado implantar intervenções como o terraceamento (classes de uso do solo consideradas não-adequadas para esta intervenção: áreas urbanas, áreas ocupadas por água, e áreas com cobertura vegetal natural);
- **Suscetibilidade à erosão** (mapa 23 do produto RP1): seleção das áreas classificadas nas três classes de suscetibilidade mais elevada (“moderada”, “alta” e “muito alta”) do total de quatro classes.

As áreas resultantes da sobreposição desses planos de informação em ambiente SIG encontram-se representadas nas figuras seguintes.

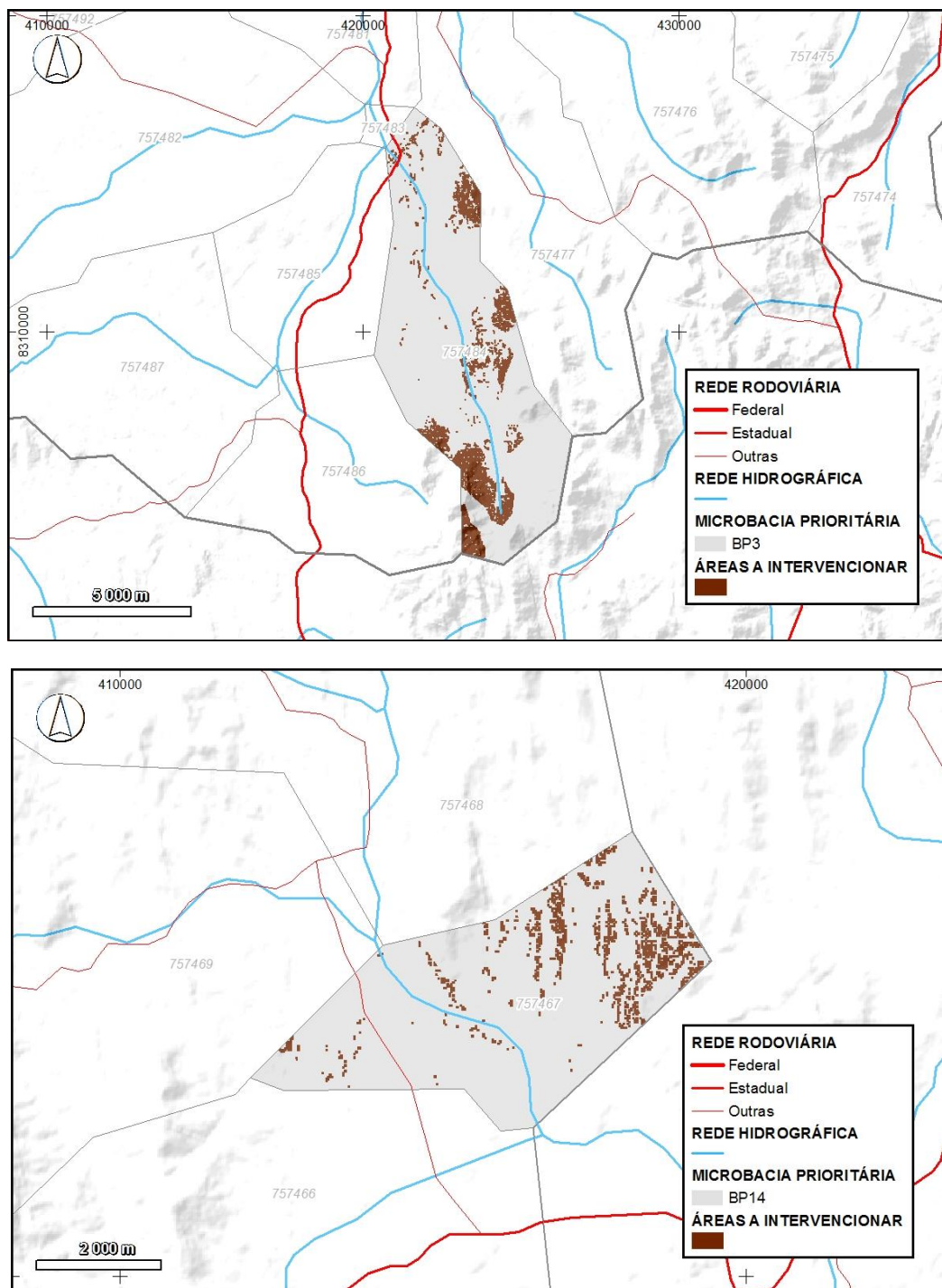


Figura 31 – Bacias prioritárias 3 e 14 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão

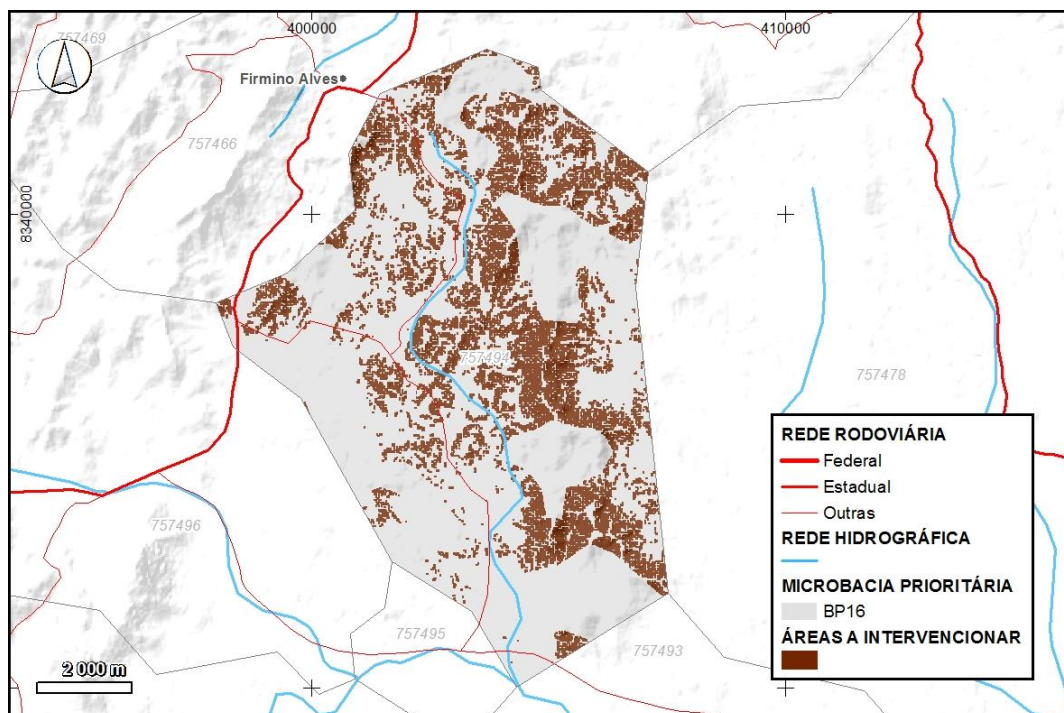


Figura 32 – Bacia prioritária 16 mostrando áreas onde implementar o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”, resultantes do cruzamento dos planos de informação: declive, tipos de uso do solo e suscetibilidade à erosão

É de se considerar, entretanto, que é imprescindível a observação de campo por parte do protagonista/decisor/interventor, sobretudo na identificação de áreas bastante pontuais que podem existir nestas microbacias e que sejam de fato passivas à aplicação do terraceamento como mecanismo de controle erosivo. Deve-se sempre avaliar com cautela quais as medidas mitigadoras que podem ser adotadas em um determinado terreno ou situação, justamente por haver singularidades em cada um deles.

4.4.2. Objetivo do projeto-piloto

Os principais objetivos do terraceamento são:

- Promover a redução da velocidade da água das chuvas que escorrem sobre o terreno de modo a permitir escoamento de enxurrada para locais mais adequados, evitando ação erosiva no solo.
- Secundariamente, aumentar a disponibilidade hídrica por meio da infiltração da água captada pelo terraço no solo.

4.4.3. Metodologia

O terraceamento requer intervenções intensas no terreno, pontualmente nas áreas onde for aplicável, de forma que sua utilização como mecanismo de controle de erosivo apresente resultados satisfatórios. Neste sentido, é preciso que seja feita uma **análise básica do local a sofrer intervenção**, seguida das **estratégias de movimentação de terra para construção propriamente dita** dos terraços. É indicado que estas análises e observações sejam feitas por especialistas da engenharia civil ou de áreas de atuação similar, que venham a **realizar diagnósticos mais precisos** e delinear o **projeto de execução de implantação do mecanismo**. Descreve-se nos tópicos seguintes as técnicas ou ações necessárias para construção de terraços e suas respectivas descrições metodológicas.

4.4.3.1. Análise do local de intervenção

4.4.3.1.1. Descrição metodológica

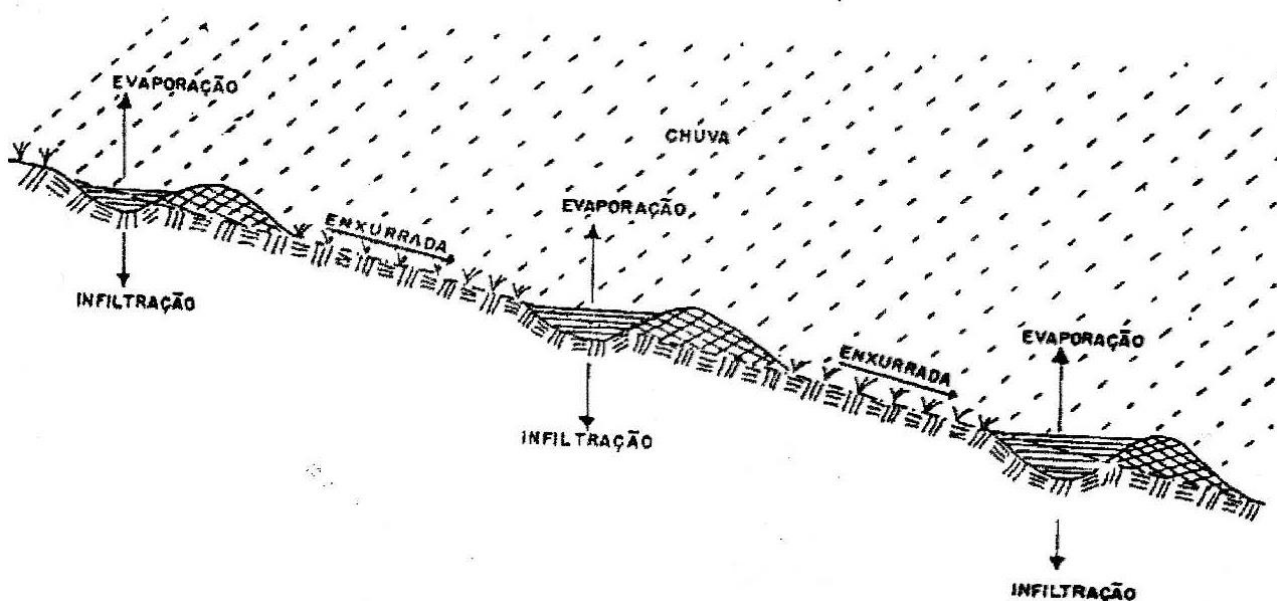
Ao identificar locais pontuais onde há problemas de erosão hídrica superficial, ou ainda o acentuado risco de erosão, em áreas onde o uso do solo é “agricultura” ou “pecuária” (cf. seção 4.4.1) o protagonista/decisor/interventor deverá consultar um especialista para avaliação das condições do terreno onde se deseja construir os terraços para o terraceamento propriamente dito da área. Geralmente são feitas as seguintes observações:

- **Tipo de solo:** é o principal fator determinante do tipo de terraço a ser construído, sobretudo quanto às suas propriedades físicas mais relevantes (textura, estrutura, profundidade efetiva e permeabilidade da camada superficial e subsuperficial). Antecipadamente, pode-se dizer que solos pedregosos, muito rasos e com subsolo adensado não são recomendados para construção de terraços.
- **Declividade do terreno:** a declividade do terreno poderá definir o tipo, formato, dimensão e eficiência dos terraços, que irão por sua vez definir os custos de implementação do mecanismo.

4.4.3.2. Definição da estrutura e do modo de construção

4.4.3.2.1. Descrição metodológica

A estrutura básica de um terraço é constituída de canais e camalhões. O canal corresponde à parte do terreno onde será realizado o corte de terra; já o camalhão corresponde ao aterro construído (a partir do solo previamente removido do canal). A secção total de um canal é formada pela secção do canal e do aterro em conjunto, sobrepondo-se parcialmente um ao outro (Figura 33).



Fonte: Bertolini *et. al.*, 1989

Figura 33 – Perfil esquemático de estrutura básica de funcionamento do terraceamento.

O desnível dos terraços deve ser adotado, por conta da necessidade de escoamento de água dos canais. Por este motivo, deve sempre estar associada aos terraços a construção de escoadouros (sejam eles naturais ou artificiais).

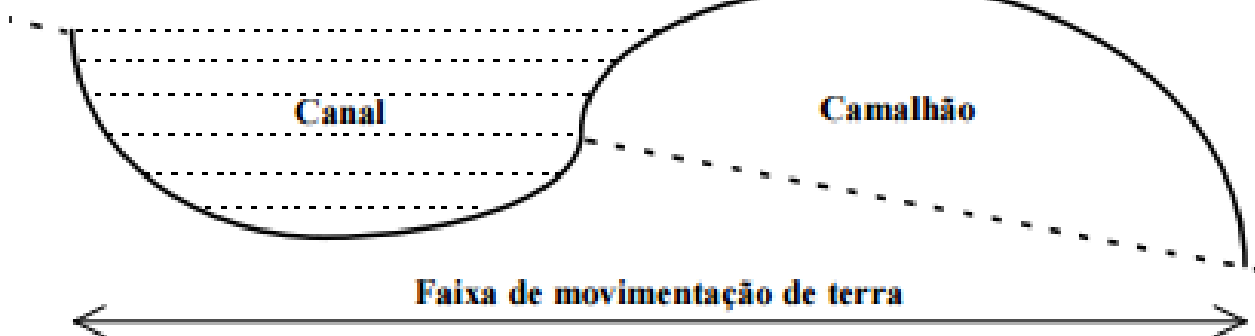
Forma dos terraços: em termos de formato, os terraços podem ser do tipo comum ou em patamar. O terraço comum é o mais utilizado e se constitui em uma estrutura construída por canais e camalhões, aplicável em terrenos de até 18% de declividade. Já o terraço em patamar é utilizado em terrenos com declividade superior a 18%, sendo construídos transversalmente à linha de maior declive. Geralmente, os patamares constituem-se em plataformas nas quais podem ser cultivadas culturas agrícolas, e por

isso, além de controlarem a erosão, proporcionam facilidades em operações agrícolas devido à sistematização do terreno.

Tipo de terraços: os terraços podem apresentar basicamente dois tipos, denominados Nichols ou Mangum, descritos em seguida.

- **O terraço do tipo Nichols** é construído cortando-se a terra e movimentando-a sempre de cima para baixo, formando um camalhão – sendo retirada terra da faixa imediatamente superior, resultando nela própria um canal (cf. Figura 34). Esse tipo de terraço pode ser construído em terrenos de pequena ou maior declividade, sendo o equipamento que melhor se adequa para construção é o arado de discos reversível.

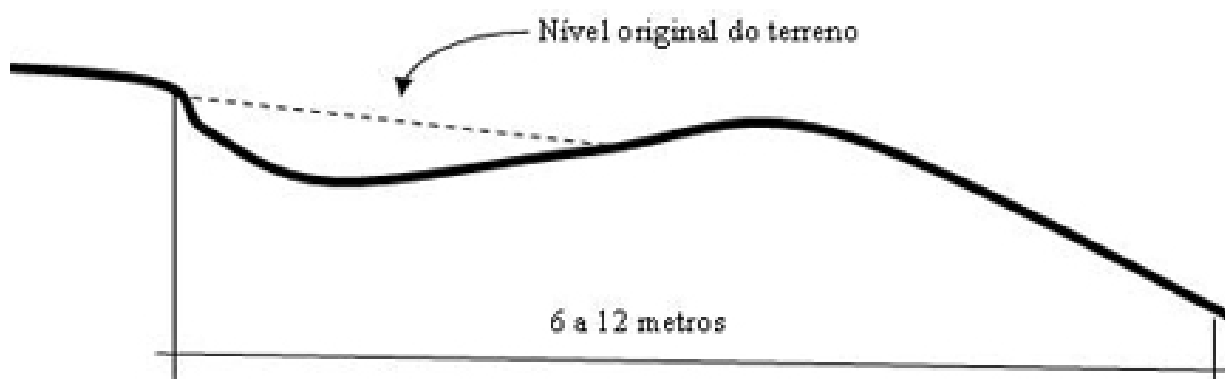
Secção transversal do terraço



Fonte: adaptado de Fidalski, 1998.

Figura 34 – Perfil esquemático de estrutura básica de terraço do tipo Nichols.

- **O terraço do tipo Mangum** é construído movimentando-se uma faixa de terra mais larga que a do tipo anterior, deslocando-a tanto da faixa imediatamente superior como inferior ao camalhão (cf. Figura 35). Esse tipo de terraço normalmente apresenta canais mais rasos, podendo ser construído tanto com arados (fixo ou reversível) como terraceadores. É mais indicado para terrenos de menor declividade



Fonte: adaptado de Bertolini *et. al.*, 1989.

Figura 35 – Perfil esquemático de estrutura básica de terraço do tipo Mangum.

Dimensionamento dos Terraços: Há 2 principais fatores a serem considerados para o dimensionamento de terraços:

- Os espaços entre os terraços devem ser estabelecidos de acordo com a declividade da área, de forma a se evitar super ou subdimensionamento dessas distâncias.
- As secções mínimas dos terraços devem ser estabelecidas em função da velocidade de infiltração da água no solo, intensidade máxima provável de chuvas e volume de água a ser captado.

Nota: o espaçamento entre terraços é calculado em função da capacidade de infiltração de água no solo, da resistência que o solo oferece à erosão e do seu uso e manejo. Os cálculos destas variáveis devem ser feitos pelo especialista de acordo com metodologias habitualmente empregadas neste tipo de intervenção.

4.4.3.2.2. Recursos técnicos e maquinaria

Os recursos técnicos necessários para o terraceamento vão basear-se naqueles utilizados pelos especialistas que vão projetar a intervenção, podendo variar de uma situação para outra. Já os maquinários envolvidos para a movimentação de terra e construção propriamente dita dos terraços vão variar de acordo com o tipo de terraço a ser construído, podendo ser:

- Arados de disco reversível (Figura 36)
- Terraceadores (Figura 37)
- Outros maquinários pesados (p. ex. escavadeiras e carregadeiras)



Fonte: IAPAR, 2014.

Figura 36 – Exemplo de arado de disco reversível sendo utilizado para implantação de terraços no município de Paranavaí/PR.



Fonte: Planalto, 2014.

Figura 37 – Exemplo de terraceador sendo utilizado para implantação e terraços no município de Planalto/PR.

4.4.3.2.3. Recursos humanos

É altamente recomendado que a análise prévia do local de intervenção e a projeção do terraceamento seja feita por um especialista da engenharia civil ou de áreas correlatas, dada a complexidade da implantação dos mecanismos.

4.4.4. Cronograma de execução

- Tempo de execução: é difícil prever o tempo exato de execução, pois este varia em função das condições do terreno e das dimensões dos terraços. Pode-se, contudo, dizer que a construção pode durar dias ou até semanas, de acordo com o cronograma especificado para cada área de intervenção, a ser delineado pelo especialista.

- Tempo até haver efeitos visíveis: o controle de erosão é visível de imediato depois de feito o terraceamento propriamente dito. Os efeitos de revitalização podem ser visualizados no médio e longo prazos, onde será possível observar a estabilização do terreno, proporcionando a colonização natural por espécies da flora. É indicado que o terraceamento esteja associado a outros mecanismos de revitalização, como o plantio de mudas ou a sementeira direta, de modo que o processo de revitalização seja acelerado.
- Manutenção: Os terraços exigem uma manutenção periódica para que suas funções sejam preservadas, através da limpeza dos canais e, se quando necessário, a reconstrução de terraços eventualmente danificados por eventos naturais rigorosos (p. ex. tempestades).

Na figura seguinte apresenta-se o cronograma indicativo do desenvolvimento e execução do projeto piloto, considerando 30 terraceamentos por ano, distribuídos pelas três bacias prioritárias (3, 14 e 16).

Figura 38 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “modelagem dos relevos: terraceamento”

Ano	1	2	3	4	5
Estudos e planeamento (escolha dos locais e contatos com interessados)					
Implantação de paliçadas					

4.4.5. Orçamento estimado

O orçamento estimado para o terraceamento é passível a muitas variações em função, basicamente, de três fatores:

- Mão de obra qualificada: o preço da contratação e mão de obra qualificada (notadamente especialistas da engenharia civil ou áreas correlatas) pode variar bastante. A disponibilidade deste profissional em áreas próximas ao local de

intervenção, bem como os anos de experiência, irão definir o valor total cobrado pela prestação do serviço.

- **Localização da área a sofrer intervenções:** a localização da área que se deseja intervir irá definir o preço dos insumos e serviços a serem utilizados/contratados. Fatores como a proximidade de vilas ou cidades, centros comerciais (p. ex. casas de materiais de construção) ou prestação de serviços (no caso do aluguel de maquinários) podem ser decisivos na elaboração de orçamentos mais compatíveis com a realidade local/regional.
- **Época do ano:** em épocas muito chuvosas, os maquinários utilizados para movimentação de terra poderão demorar mais que o habitual em suas operações por conta das condições de umidade do solo (p.ex. excesso de água infiltrada). Isto deverá ser levando em consideração, uma vez que geralmente os maquinários são alugados por hora trabalhada.

Considerou-se que o custo (por km) do terraceamento é de **R\$ 1.106,62**. No Quadro 10 apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Número de terraceamentos:** 30 por ano (com início no 2º ano), distribuídos pelas três bacias prioritárias;
- **Área de implantação:** áreas selecionadas no interior das bacias prioritárias 3, 14 e 16;
- **Valor médio do terraceamento (km):** R\$ 1.200;
- **Atividades no 1º ano:** ações de planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 10 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Terraceamento	0	35	37	40	42	154
Total	0	35	37	40	42	154

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 160 mil**.

4.4.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - Alocação de fundos do Projeto Bahia Produtiva (subprojetos socioambientais);
 - Alocação direta de fundos da Secretaria de Desenvolvimento Rural;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Agricultura dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2).

4.4.7. Indicadores e metas

Para avaliação do projeto-piloto “modelagem dos relevos: terraceamento” propõem-se as seguintes metas e respectivos indicadores.

- **Meta 1:** Realização do planejamento (escolha dos locais, contatos com interessados, projetos de intervenção específicos) para a construção dos primeiros 30 terraceamentos; **Prazo:** final do 1.º ano; **Indicadores:** n.º de terraceamentos com projeto de execução terminado e aprovado para implantação no terreno;
- **Meta 2:** Construção de 30 terraceamentos por ano, distribuídos pelas bacias prioritárias (3, 14 e 16); **Indicadores:** n.º de terraceamentos construídos em cada ano; **Fonte de informação:** prefeituras.

Página deixada intencionalmente em branco

4.5. Recomposição da vegetação em cabeceiras

A recomposição da cobertura vegetal consiste na utilização de um conjunto de ferramentas que favoreçam o recobrimento de determinada área degradada por vegetação. Esta vegetação pode ou não possuir porte arbóreo, ser ou não composta por espécies nativas da região e desempenhar ou não funções produtivas (SEMA, 2017).

As zonas de cabeceira, por incluírem as nascentes de um rio, constituem áreas muito importantes do ponto de vista do gerenciamento das bacias hidrográficas. No que concerne à importância das cabeceiras na manutenção do ciclo hidrológico, é importante referir que quaisquer interferências causadas na sua estabilidade influenciam certamente a mecânica do processo de coleta e condução das águas de precipitação, afetando o caudal, o transporte de sedimentos e o encaixamento das linhas de água originadas. E que, como ressalva Magalhães (2001, *in* Azevedo, 2014), a degradação destas estruturas produz alterações profundas em toda a bacia hidrográfica confinante, principalmente em termos de equilíbrio ecológico (Azevedo, 2014).

Face à relevância das zonas de cabeceira, considerou-se pertinente o desenvolvimento de um projeto piloto de recomposição da vegetação nas bacias prioritárias para onde foram definidas estratégias de revitalização de reposição da continuidade ecológica.

4.5.1. Local e suas características

No produto RP6 'Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização', propuseram-se estratégias de revitalização por microbacia prioritária, sendo a 'reposição da continuidade ecológica' através da recomposição da vegetação, proposta para seis microbacias:

- **Bacia prioritária 1** (BP1/757492) – municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 2** (BP2/757482) – municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 3** (BP3/757484) – município de Itaju do Colônia;
- **Bacia prioritária 5** (BP5/757485) – município de Itaju do Colônia;

- **Bacia prioritária 10** (BP10/757487) – municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 12** (BP12/757444) – municípios de Jussari e Itapé;
- **Bacia prioritária 14** (BP14/757467) – municípios de Floresta Azul e Santa Cruz da Vitória;
- **Bacia prioritária 16** (BP16/757494) – municípios de Firmino Alves, Itaju do Colônia, Itororó e Santa Cruz da Vitória.

Na Figura 39 apresenta-se a bacia do rio Cachoeira com as microbacias mencionadas, a rede hidrográfica e as zonas de cabeceira de linhas de água principais existentes nessas microbacias.

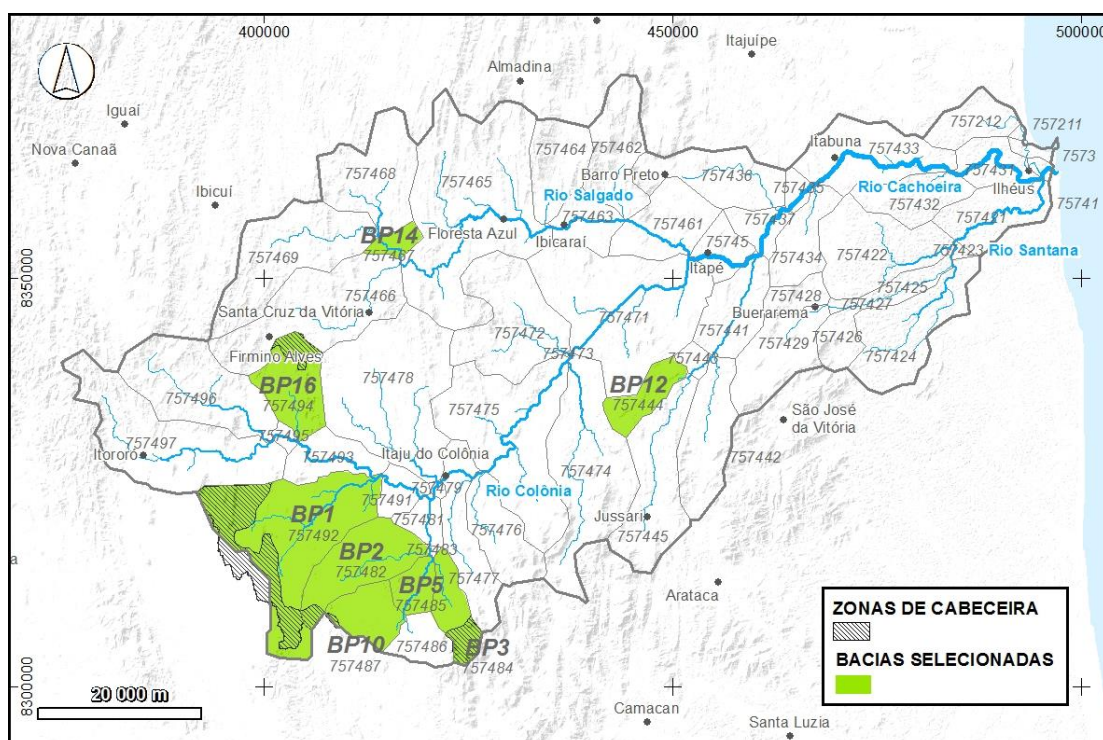


Figura 39 – Microbacias prioritárias onde está prevista a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras’, com a rede hidrográfica e zonas de cabeceira

Como se pode verificar, apenas as microbacias prioritárias 1 (BP1), 2 (BP2), 3 (BP3), 10 (BP10) e 16 (BP16) abrangem zonas de cabeceira de uma linha de água principal; todas pertencem ao rio Colônia (as restantes linhas de água principais existentes na bacia hidrográfica são: rio Salgado, rio Santana e rio Cachoeira).

Nas figuras seguintes apresenta-se, para cada uma das bacias prioritárias, a respectiva zona de cabeceira e, **para cada zona de cabeceira**, a sobreposição com:

- O **uso do solo** (mapa apresentado no produto RP1);
- As **classes de cobertura vegetal** (mapa apresentado no produto RP1);
- A **degradação da biodiversidade** (mapa apresentado no produto RP4); as áreas com potencial para serem sujeitas a recuperação ambiental (através da recomposição da vegetação), correspondentes às zonas com degradação da biodiversidade baixa a alta.

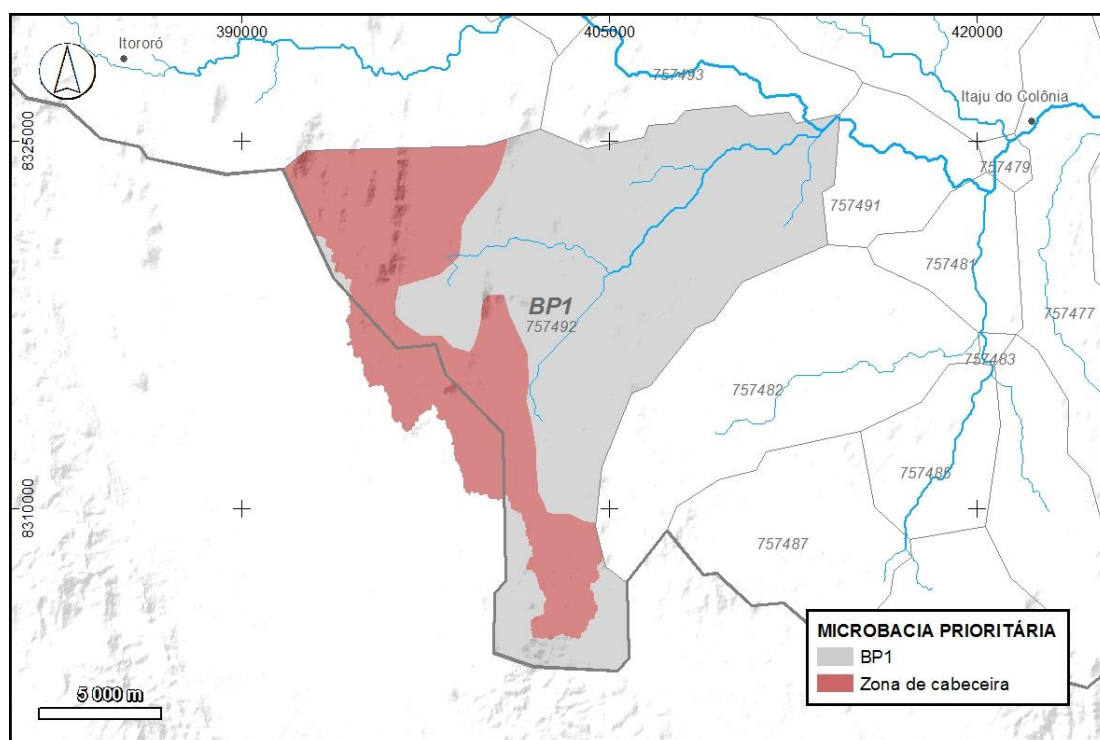


Figura 40 – Bacia Prioritária 1 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)

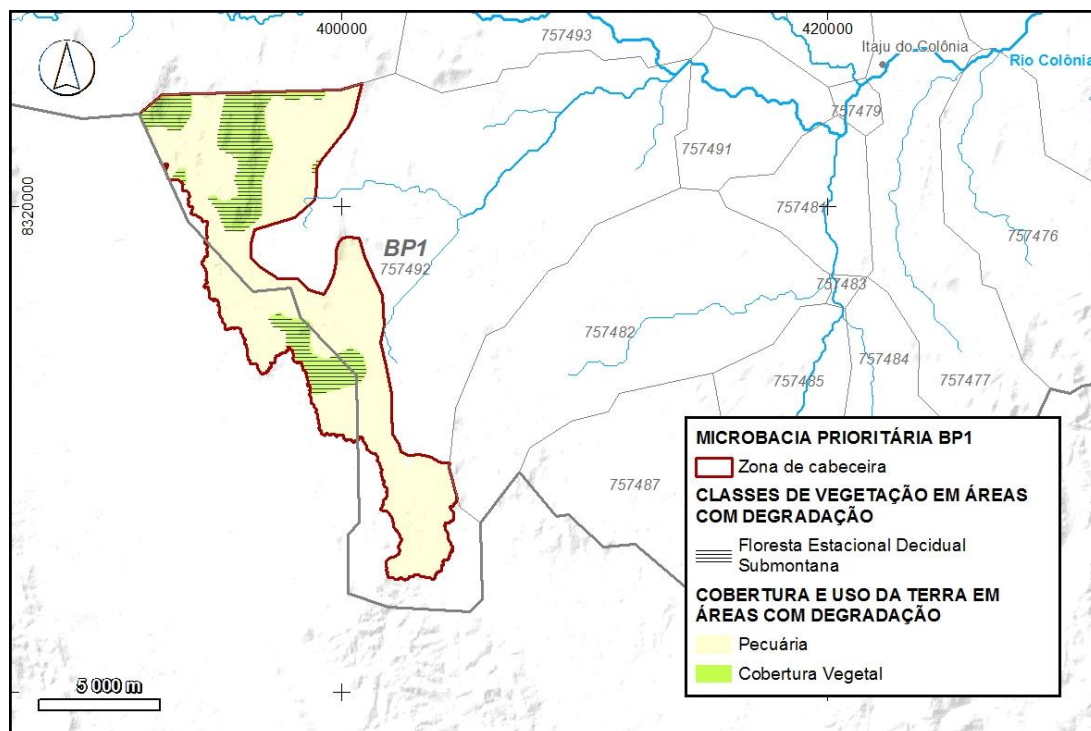


Figura 41 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em cabeceiras na BP1 (cabeceira do rio Colônia)

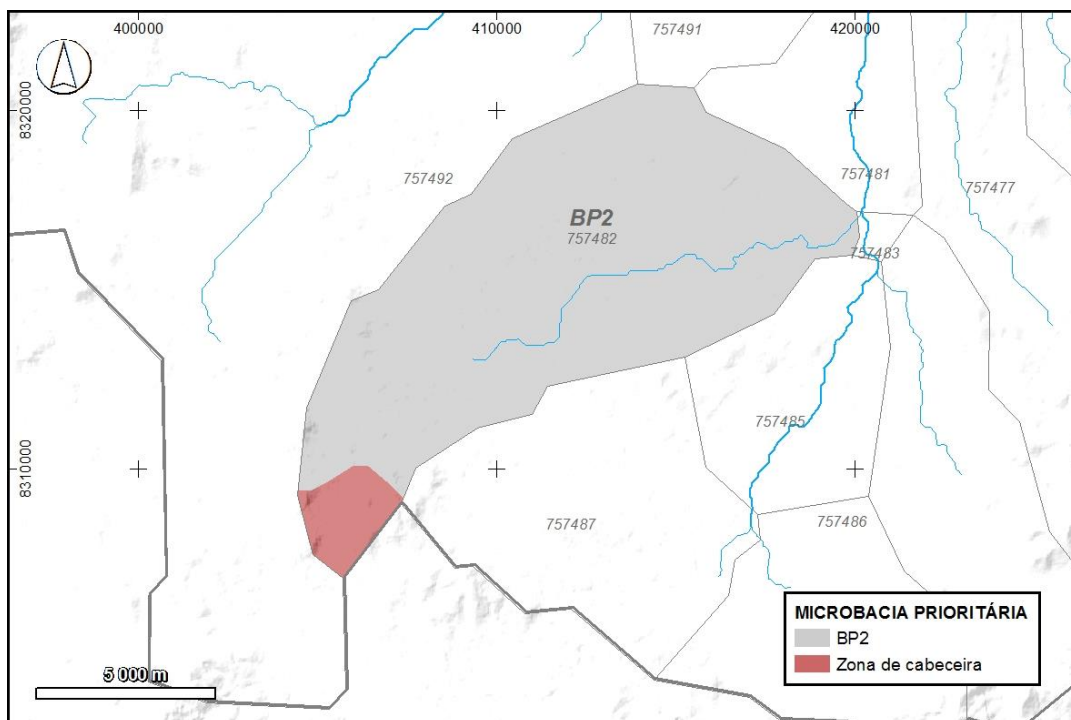


Figura 42 – Bacia Prioritária 2 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)

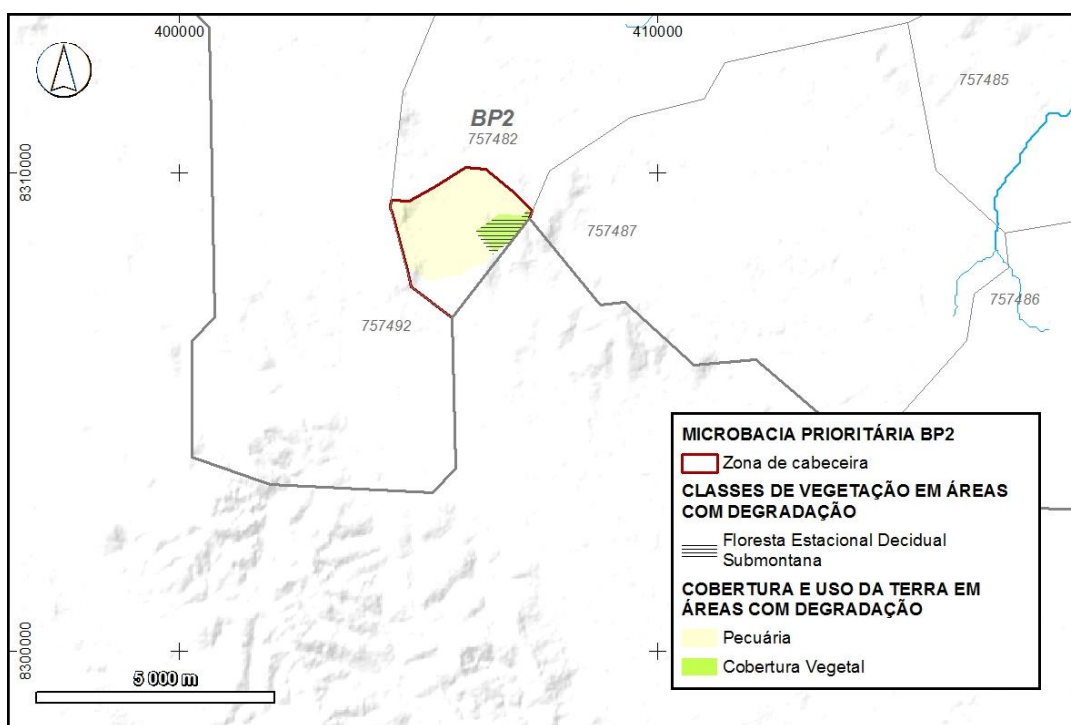


Figura 43 – Áreas com potencial para serem sujeitas a 'recomposição da vegetação' em cabeceiras na BP2 (cabeceira do rio Colônia)

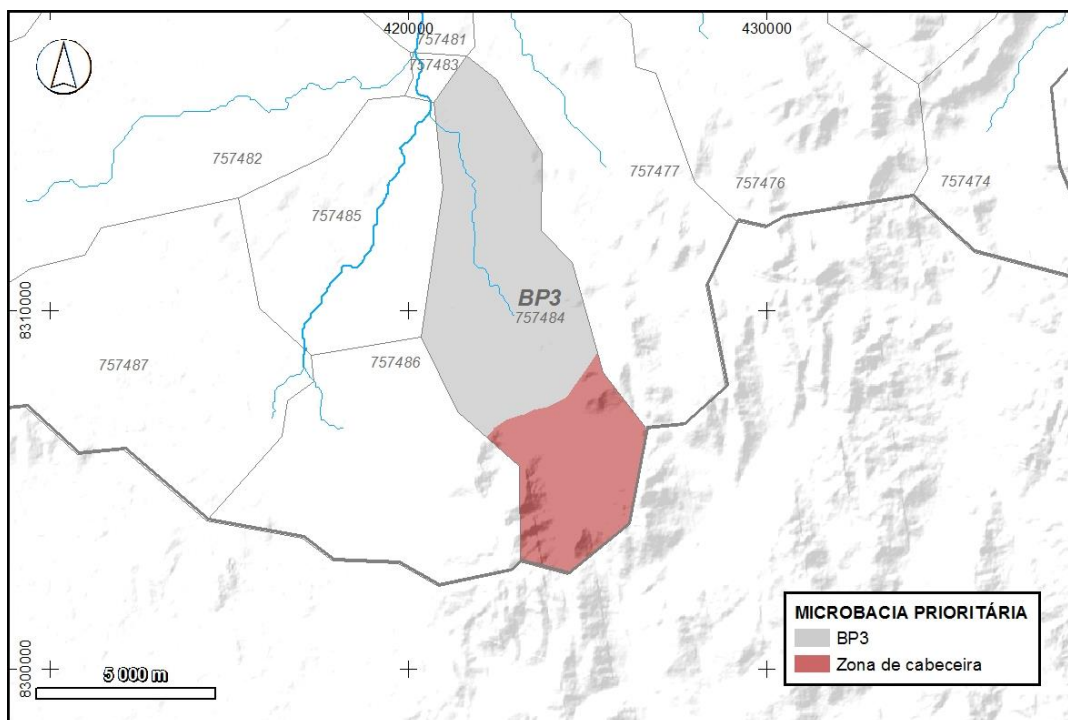


Figura 44 – Bacia Prioritária 3 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)

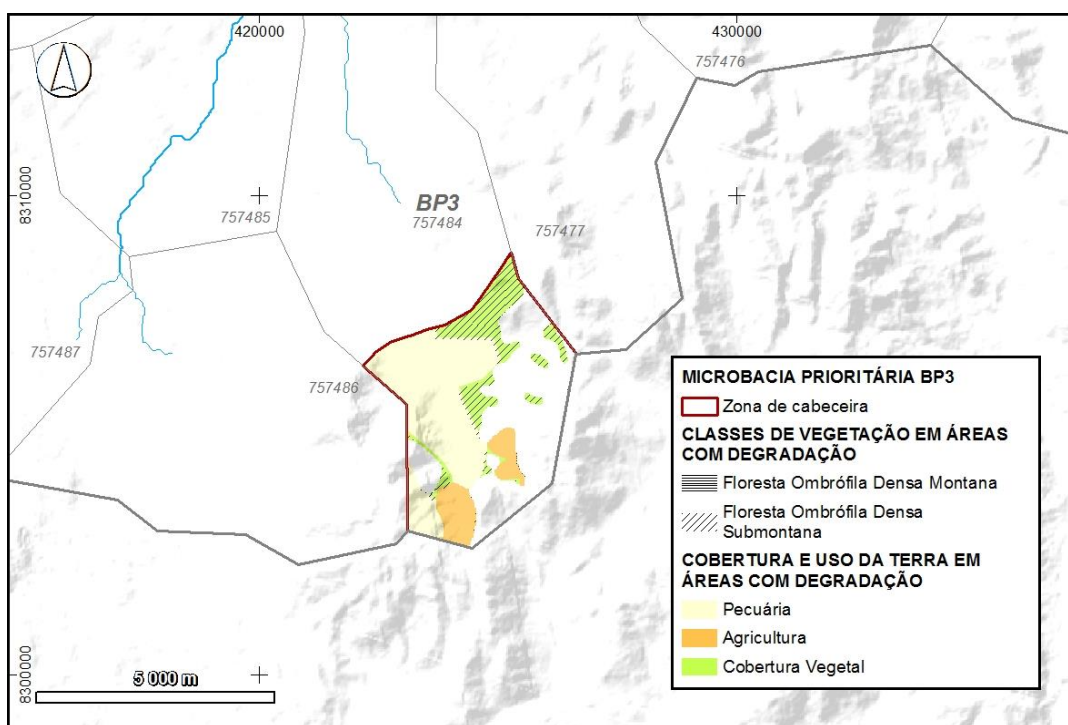


Figura 45 – Áreas com potencial para serem sujeitas a 'recomposição da vegetação em cabeceiras na BP3 (cabeceira do rio Colônia)

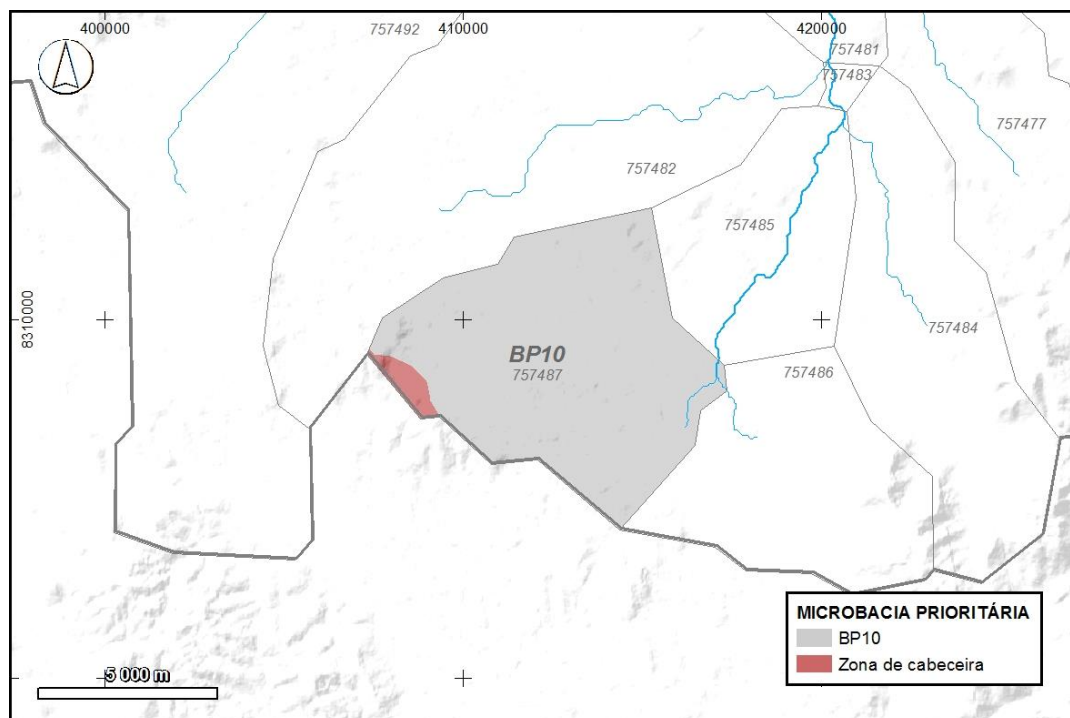


Figura 46 – Bacia Prioritária 10 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)

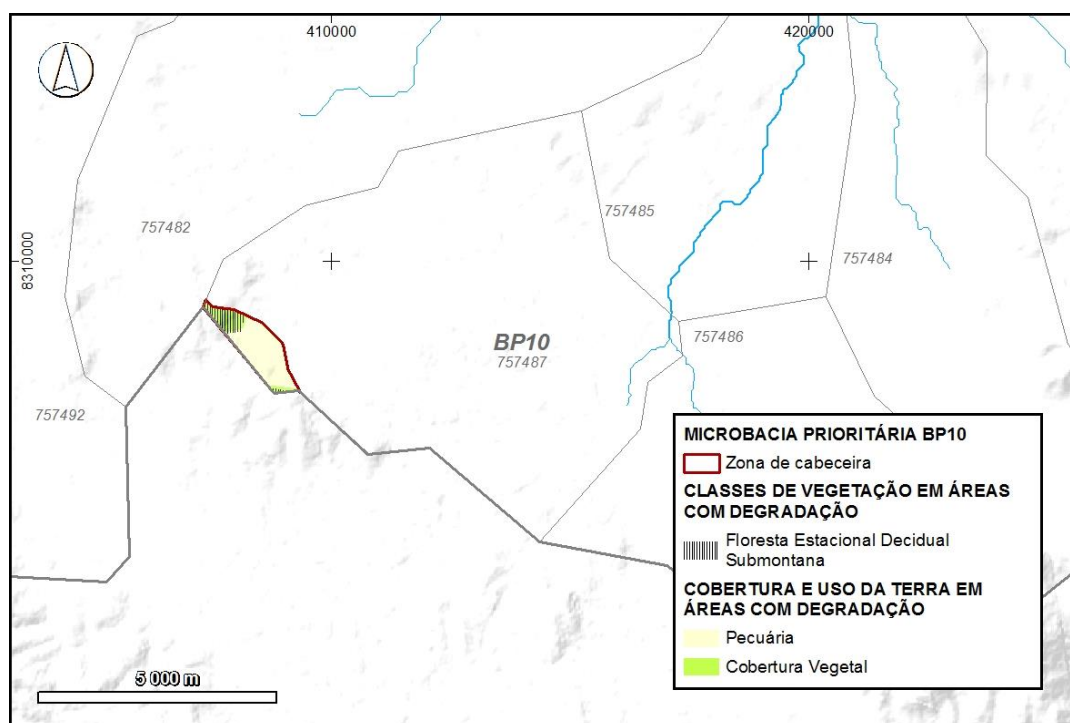


Figura 47 – Áreas com potencial para serem sujeitas a 'recomposição da vegetação' em cabeceiras na BP10(cabeceira do rio Colônia)

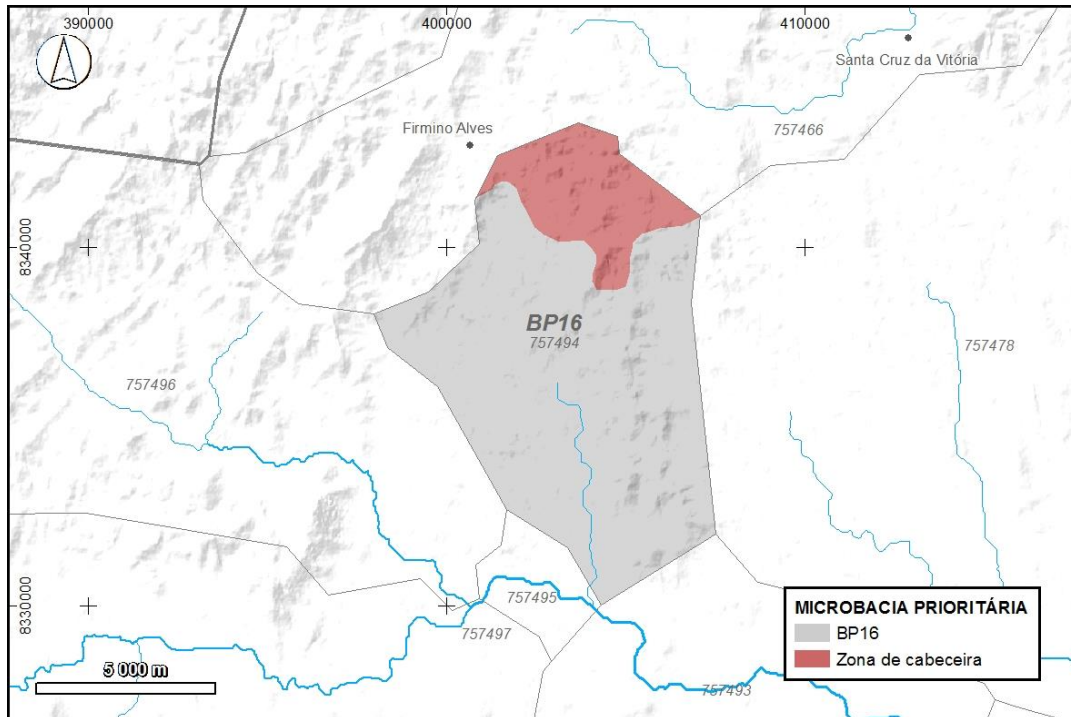


Figura 48 – Bacia Prioritária 16 e zona de cabeceira (pertencente ao rio Colônia)

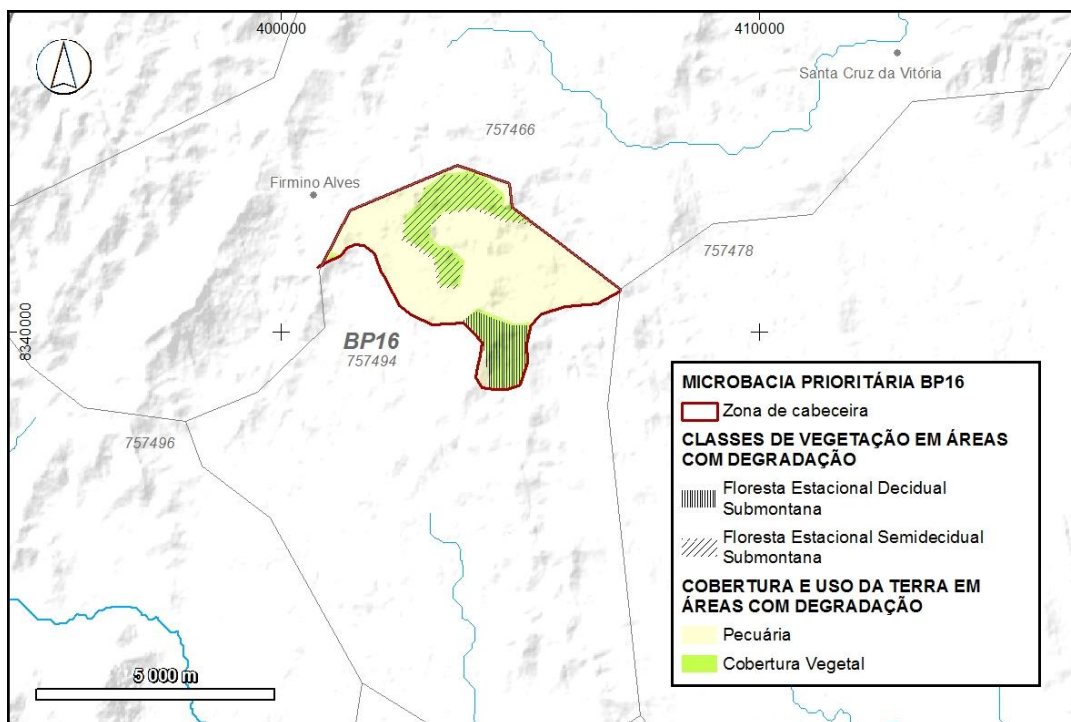


Figura 49 – Áreas com potencial para serem sujeitas a 'recomposição da vegetação' em cabeceiras na BP16 (cabeceira do rio Colônia)

Nos quadros seguintes efetua-se a síntese dos elementos apresentados nas figuras anteriores, para as três bacias prioritárias, com referência às respectivas áreas.

Quadro 11 – Áreas das bacias prioritárias e das zonas de cabeceira

BP	Área da BP (ha)	Área da zona de cabeceira (ha)	% da BP
BP1	23.415	7.047	30
BP2	9.663	543	6
BP3	4.772	1.566	33
BP5	2.936	0	0
BP10	5.153	145	3
BP12	4.060	0	0
BP14	1.696	0	0
BP16	7.630	1.305	17
TOTAL	59.324	10.606	18

Quadro 12 – Usos do solo nas zonas de cabeceira

Uso do solo	ZC BP1 (ha)	ZC BP2 (ha)	ZC BP3 (ha)	ZC BP10 (ha)	ZC BP16 (ha)
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	166,2	0,0	0,0
Água	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	1.367,8	52,2	829,6	37,2	356,0
Pecuária	5.657,8	491,0	570,6	107,9	948,6

O uso do solo nas zonas de cabeceira é constituído predominantemente por pecuária (7.776 ha), cobertura vegetal (2.643 ha) e agricultura (plantações de cacau; 166 ha). A pecuária é o uso do solo dominante na zona de cabeceira de todas as estas BP, com exceção da cabeceira da BP3, cujo uso do solo dominante é cobertura vegetal.

Quadro 13 – Degradação da biodiversidade nas zonas de cabeceira

Classe de degradação	ZC BP1 (ha)	ZC BP2 (ha)	ZC BP3 (ha)	ZC BP10 (ha)	ZC BP16 (ha)	Total (ha)
Classe 1 – Degradação alta	6.053,4	406,6	0,0	115,4	1.050	7.626
Classe 2 – Degradação intermédia	0,0	16,2	719,2	29,5	0,0	765
Classe 3 – Degradação baixa	993,7	27,4	225,2	0,2	254,4	1.501
Classe 4 – Sem degradação	0,0	0,0	507,4	0,0	0,0	507
(Sem classif.)	0	93,0	114,6	0	0	207,6
Total	7.047,2	543,2	1.566,4	145,1	1.304,7	10.607

Mais de metade da área das zonas de cabeceira tem degradação alta (72%); as áreas de degradação baixa representam cerca de 14%, sendo as áreas de degradação intermédia e sem degradação menos representativas. Considerando cada bacia prioritária, em todas predominam áreas com degradação alta, exceto na BP3 onde predominam as áreas com degradação intermédia. Isto se relaciona com a predominância de uso do solo “cobertura vegetal” na cabeceira desta BP.

Quadro 14 – Áreas elegíveis para recomposição da vegetação em cabeceiras, por classe de degradação, por uso do solo/vegetação e por bacia

Classe de degradação / Uso do solo	ZC BP1 (ha)	ZC BP2 (ha)	ZC BP3 (ha)	ZC BP10 (ha)	ZC BP16 (ha)
Classe 1 – Degradação alta	6.053,4	406,6	0,0	115,4	1.050,2
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Água	19,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	393,4	7,5	0,0	7,9	122,5
Pecuária	5.640,2	399,1	0,0	107,5	927,7
Classe 2 – Degradação intermédia	0,0	16,2	719,2	29,5	0,0
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	0,0	16,2	155,0	29,1	0,0
Pecuária	0,0	0,0	563,1	0,4	0,0
Classe 3 – Degradação baixa	993,7	27,4	225,2	0,2	254,4
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	136,1	0,0	0,0
Água	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Classe de degradação / Uso do solo	ZC BP1 (ha)	ZC BP2 (ha)	ZC BP3 (ha)	ZC BP10 (ha)	ZC BP16 (ha)
Cobertura Vegetal	974,5	25,9	88,3	0,2	233,5
Pecuária	17,6	1,5	0,8	0,0	20,8
Total das classes	7.047,2	543,2	1.566,4	145,1	1.304,7
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	166,2	0,0	0,0
Água	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	1.367,8	52,2	829,6	37,2	356,0
Pecuária	5.657,8	491,0	570,6	107,9	948,6

Assim, as **áreas elegíveis para restauração ecológica através de recomposição da vegetação em cabeceiras** são as que obedecem cumulativamente às seguintes condicionantes:

- **Bacias prioritárias** para o presente projeto-piloto: 1, 2, 3, 5, 10, 12, 14 e 16: **59.324 hectares**;
- Áreas de **cabeceira** dessas bacias: **10.606 hectares** (18% da área das bacias prioritárias), existentes em cinco das oito bacias: 1, 2, 3, 10 e 16;
- Áreas com **degradação da biodiversidade** baixa, média ou alta, nas cabeceiras das bacias prioritárias: **9.891 hectares** (17% da área das bacias prioritárias);

Dentro das áreas elegíveis, verifica-se que o uso do solo é predominantemente de pecuária, sendo também relevantes as zonas de agricultura (plantações de cacau em cabruca) e de cobertura vegetal (expressiva no caso da BP3).

4.5.2. Objetivo do projeto-piloto

O projeto-piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras tem como objetivo diminuir a fragmentação da paisagem natural existente através da melhoria das áreas degradadas em termos de biodiversidade em Áreas de Preservação Permanente (APP – cabeceiras de nascentes), restabelecendo determinadas condições naturais, através da promoção da recuperação da vegetação, dando resposta à estratégia de revitalização “reposição da continuidade ecológica” definida no produto RP6 ‘Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização’. Dada a localização das intervenções, contribuirão ainda para a potenciação da infiltração na zona de cabeceira, indo ao

encontro da estratégia de revitalização ‘controle da erosão’, definida no produto RP6 ‘Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização’, que também se aplica à BP8.

4.5.3. Metodologia

Bioflora Tecnologia da Restauração (2016), no Manual de Restauração Ecológica, desenvolvido para o extremo Sul da Bahia, sistematizou metodologias de restauração ecológica para conservação da biodiversidade, considerando que as principais situações ambientais passíveis de fazer uso dos métodos descritos são aquelas inseridas em APP, corredores ecológicos, as áreas utilizadas na agricultura e que têm baixa aptidão agrícola, as pastagens abandonadas, as florestas nativas já alteradas e também as áreas de remanescentes suprimidos irregularmente.

Definiu ainda que é preciso avaliar, inicialmente, a situação ambiental a ser restaurada para determinar quais ações são mais adequadas para que se atinja o objetivo final com maior eficiência e menor custo. Em termos práticos, é preciso avaliar alguns aspectos das áreas que deverão ser restauradas para determinar o conjunto de metodologias que deverão ser utilizadas (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Propõe-se que o projeto piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras siga a metodologia proposta no manual referido, sistematizada na Figura 51.

Esta metodologia vai ao encontro das etapas referenciadas pela Nature Conservancy (2009), que menciona ser necessário definir as metodologias de restauração mais adequadas, implantar as ações, realizar as manutenções, o monitoramento periódico e quando necessárias ações de manejo adaptativo (Figura 50).

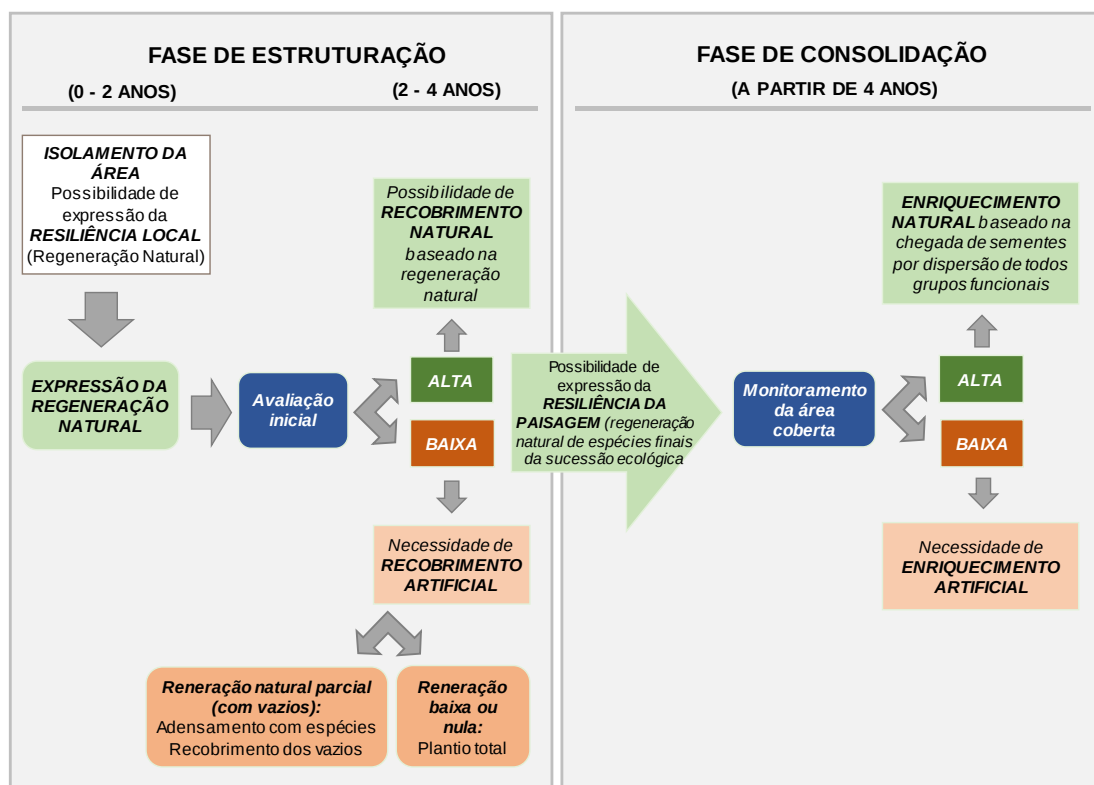


Fonte: Nature Conservancy (2009)

Figura 50 – Etapas para um projeto de restauração

Os métodos de restauração ecológica podem ser agrupados em (Rede de Sementes do Cerrado, 2015):

- **Restauração de baixa intervenção**, quando o potencial de regeneração natural da área é alto;
- **Restauração de alta intervenção**, quando a área precisa ser trabalhada integralmente.

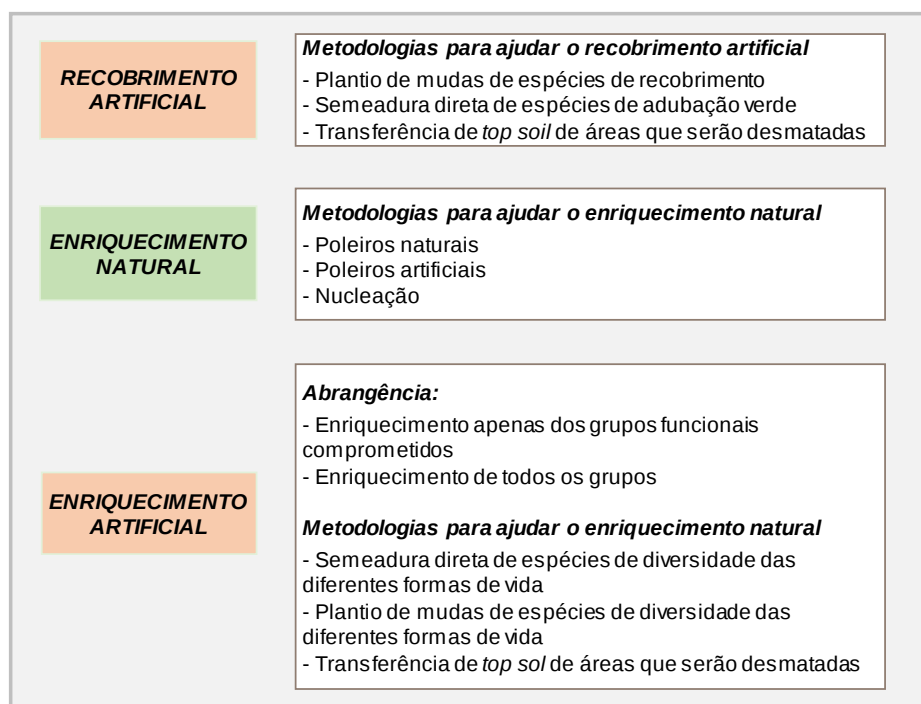


Fonte: Adaptado de Bioflora Tecnologia da Restauração (2016)

Figura 51 – Metodologia a seguir para a implementação do projeto piloto

A metodologia apresentada na Figura 51 é composta por duas fases principais:

- Fase de estruturação, com o objetivo de isolar a área dos fatores de degradação, avaliar a resiliência local / capacidade de regeneração natural e, em função dela, tomar medidas adequadas à restauração ecológica das áreas (possibilidade de recobrimento natural ou necessidade de recobrimento artificial – Figura 52);
- Fase de consolidação, com o objetivo de deixar que a área evolua por recobrimento natural ou após o recobrimento artificial, monitorar a área recoberta e tomar medidas adequadas à restauração ecológica das áreas (enriquecimento natural ou enriquecimento artificial – Figura 52).



Fonte: Adaptado de Bioflora Tecnologia da Restauração (2016)

Figura 52 – Metodologias e ações de restauração com a presença ou não de regeneração natural

Na Figura 53 constam também ações para restauração de áreas degradadas em função de diferentes níveis de intervenção e, na Figura 54 e na Figura 55, uma chave para tomada de decisão da técnica de restauração da vegetação nativa mais apropriada para cada situação ambiental identificada, desenvolvida por Nature Conservancy (2016).

Ações de restauração	Princípios e condicionantes
Isolamento da área	evitar continuidade da degradação; resiliência local deve estar preservada
Retirada dos fatores de degradação	identificar corretamente o agente de degradação; forte potencial de regeneração
Eliminação seletiva de espécies competidoras	quando há populações em desequilíbrio de espécies que inibem a regeneração natural
Enriquecimento de espécies com mudas ou sementes	plantio ou semeadura onde há baixa diversidade vegetal e pouca dispersão
Implantação de consórcio de espécies com uso de mudas ou sementes	plantio ou semeadura em locais onde não há floresta ou banco de sementes remanescente
Indução e condução de propágulos autóctones	indução e condução dos propágulos existentes (chuva ou banco de sementes)
Transplante de sementes ou plântulas	transferência de banco de sementes (serapilheira) ou de plântulas para local degradado
Uso de interações entre plantas e animais	atração de espécies animais dispersoras, com o objetivo de facilitar a sucessão ou plantio de espécies micorrizadas, p. ex.
Plantio de espécies econômicas	uso de espécies com potencial econômico (madeireiro, melífero, frutífero), como alternativa de renda

Fonte: adaptado de Rodrigues & Gandolfi, 2000.

Fonte: Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2013)

Figura 53 – Ações para a restauração de áreas degradadas, com diferentes níveis de intervenção

As técnicas sugeridas acima envolvem os seguintes aspectos básicos relacionados à restauração (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013):

- **Regeneração natural:** deve ser adotada quando se busca a simples eliminação do agente perturbador ou de um elemento que esteja agindo como barreira para a regeneração (fogo, presença de espécie invasora ou de animais domésticos).
- **Nucleação:** grupo de técnicas que propõe uma mínima interferência local (Reis *et al.*, 2003 in Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013); ações como o transplante de serapilheira e a implantação de poleiros artificiais para animais dispersores seriam adotadas em pontos estratégicos (núcleos) do sítio degradado, e a partir daí a restauração se irradiaria para ocupar as áreas sem vegetação. As principais dúvidas sobre a eficácia dessas técnicas residem na

difficuldade em aplicação em larga escala e na probabilidade significativa de o agente degradativo inibir esses pequenos núcleos.

- Enriquecimento: visa ao aumento da diversidade vegetal em áreas onde já existem indícios de regeneração natural, como as capoeiras; pode ser feito com o plantio (parcial) ou semeadura de espécies que atraiam animais, ou que tenham potencial econômico.
- Plantio total: técnica que implica o maior e mais custoso grau de intervenção. Só deve ser adotado quando a vegetação nativa estiver bem degradada e existir a necessidade da introdução de mudas de espécies arbóreas.

Seguidamente são descritas as ações de restauração ecológica através da recomposição da vegetação, tendo em conta a metodologia referida (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016), notadamente para:

- Isolamento da área ou retirada de fatores de degradação;
- Expressão do potencial de resiliência local e condução da regeneração natural;
- Viabilização do recobrimento da área a ser restaurada;
- Enriquecimento da área recoberta.

Existe também a possibilidade de recobrimento e enriquecimento em simultâneo, em áreas sem resiliência local e de paisagem, correspondendo ao modelo mais tradicional e recorrente nos projetos de restauração ecológica nos últimos anos (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016), sendo uma alternativa para acelerar a dinâmica da restauração ecológica, evitando-se o tempo inicial de dois anos para o início das atividades de restauração. Contudo, pode-se considerar que, do ponto de vista ecológico e econômico, esse sistema de restauração é menos vantajoso que o modelo baseado na fase de recobrimento e fase de enriquecimento, visto que apresenta menor probabilidade de sucesso ecológico e maior necessidade de manutenções na área, o que eleva os custos da restauração (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Uso do Solo	Status da área	Técnica de Recuperação Ecológica	Uso do Solo	Status da área	Técnica de Recuperação Ecológica
Área abandonada	Sem ou com baixa ¹ regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ² ou não isolada na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Plantio total ⁴ em sistema de cultivo mínimo ⁵ .	Área abandonada	Com muitas árvores adultas isoladas ¹¹ (>200 ind./ha) com regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, não isolada ² na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Condução ⁸ da regeneração natural.
	Com elevada massa de gramíneas, sem ou com baixa ¹ regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ² ou não isolada na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Plantio total ⁴ em sistema tradicional ⁷ .		Sem ou com baixa ¹ regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolado ² ou não isolado na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação; 2 – Plantio total ⁴ em sistema de cultivo mínimo ⁵ .
	Com ou sem elevada massa de gramíneas, com elevada ¹ regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ² na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Condução ⁸ dos indivíduos regenerantes;	Pastagem	Com elevada ¹ regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolado ² na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação; 2 – Condução ⁸ dos indivíduos regenerantes;
		3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das “várias formas de vida” da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.			3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das “várias formas de vida” da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.
	Com ou sem elevada massa de gramíneas, com elevada ¹ regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, não isolada ² na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Condução ⁸ dos indivíduos regenerantes.		Com elevada ¹ regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, não isolado ² na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação; 2 – Controle de competidores; 3 – Condução ⁸ dos indivíduos regenerantes.
		1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Adensamento ¹⁰ ;		Com muitas árvores adultas isoladas ¹¹ (>200 ind./ha) sem regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolado ² ou não isolado na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação; 2 – Controle de competidores; 3 – Adensamento ¹⁰ ; 4 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas de espécies das “várias formas de vida” da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.
	Com muitas árvores adultas isoladas ¹¹ (>200 ind./ha) sem regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ² ou não isolado na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação; 2 – Adensamento ¹⁰ ; 3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das “várias formas de vida” da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.		Com muitas árvores adultas isoladas ¹¹ (>200 ind./ha) com regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolado ² na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação; 2 – Condução ⁸ da regeneração natural; 3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das “várias formas de vida” da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.

Fonte: Nature Conservancy, 2016

Figura 54 - Chave para tomada de decisão da técnica de restauração da vegetação nativa mais apropriada para cada situação ambiental identificada

Uso do Solo	Status da área	Técnica de Recuperação Ecológica
Pastagem	Com muitas árvores adultas isoladas ¹¹ (>200 ind./ha) com regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, não isolado ² na paisagem regional	1 – Isolamento ¹² e retirada dos fatores de degradação;
		2 – Condução ⁸ da regeneração natural.
Cultura agrícola	Anual isolada ² na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
		2 – Plantio total ⁴ em sistema de cultivo mínimo ⁵ , quando for possível, ou tradicional ⁷ .
	Não isolada ² na paisagem regional	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
		2 – Condução da regeneração natural;
Veredas	Assoreada	3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das "várias formas de vida" da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.
		1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
Campo úmido	Isolado ² na paisagem regional	2 – Restauração da faixa de proteção do entorno.
		1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
	Não isolado ² na paisagem regional	2 – Plantio total ⁴ em sistema de cultivo mínimo ⁵ , quando for possível, ou tradicional ⁷ .
		1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
Floresta Paludícola	Conservada (formação naturalmente fragmentada na paisagem)	2 – Condução da regeneração natural;
		3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das "várias formas de vida" da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.
	Passível ou com necessidade de ações de restauração (formação naturalmente fragmentada na paisagem)	1 – Isolamento ³ e retirada dos fatores de degradação;
		2 – Restauração da faixa de proteção do entorno;
		3 – Enriquecimento florístico e genético ¹¹ com mudas e/ou com sementes (semeadura direta de enriquecimento) de espécies das "várias formas de vida" da formação natural característica desse ambiente, de preferência dos estádios finais de sucessão.
		2 – Restauração da faixa de proteção do entorno;

Fonte: Nature Conservancy, 2016

Figura 55 - Chave para tomada de decisão da técnica de restauração da vegetação nativa mais apropriada para cada situação ambiental identificada

Isolamento da área ou retirada de fatores de degradação

Antes da implantação de qualquer ação de restauração é preciso identificar e isolar os fatores que podem causar a degradação da área a ser restaurada. Dessa forma, evita-se o desperdício de esforços e recursos, pois muitas das atividades executadas para a restauração de uma área podem ser totalmente perdidas em função da continuidade da sua degradação. Além disso, a partir do isolamento desses fatores, a vegetação nativa tem melhores condições para se desenvolver, aumentando a eficiência das ações de restauração implantadas e consequentemente reduzindo os custos associados a essa atividade (Nature Conservancy, 2016).

São possíveis soluções a retirada ou isolamento de fatores de degradação. O isolamento como prática preservacionista requer ações simples, como, por exemplo (Nature Conservancy, 2016):

- Eliminação da prática de queimadas e construção de aceiros no entorno das áreas a isolar;
- Instalação de cercas para evitar o pastoreio do gado;
- Suspensão da exploração da área por meio de cultivos agrícolas;
- Planejamento da construção de terraços de forma que a enxurrada interceptada não seja conduzida para o interior das áreas a restaurar;
- Cessação das atividades de desmatamento, extração seletiva de madeira, caça e pesca predatória e fiscalização do entorno dos fragmentos remanescentes, controlando o acesso a essas áreas;
- Controle da aplicação de produtos químicos, como herbicidas, pesticidas, fungicidas e outros.

As formas mais tradicionais de se promover o isolamento de áreas de restauração ecológica são a instalação de cercas ou a implantação de aceiros (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Expressão do potencial de resiliência local e condução da regeneração natural

A regeneração natural consiste em todo e qualquer tipo de espécie vegetal nativa que se estabeleça naturalmente e se desenvolva nas áreas de restauração ecológica. A presença desses regenerantes representa grande importância para o projeto de

restauração, visto que quanto maior ela for, menor a necessidade de introdução de indivíduos (mudas, sementes) na área a ser restaurada. Adicionalmente, a regeneração natural permite a chegada de outras formas de vida vegetal, como arbustos, ervas e palmeiras, que são de elevada importância para acelerar o desenvolvimento da área em processo de restauração, reduzindo custos de manutenção (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

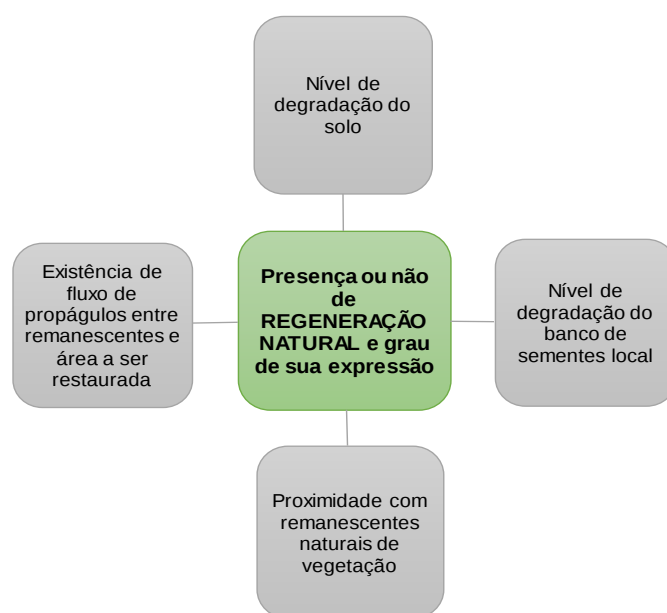


Figura 56 – Fatores que influenciam a regeneração natural

Quando os fatores acima são favoráveis, a necessidade de intervenções artificiais é menor e, opostamente, no caso de serem desfavoráveis, será exigida a sua adoção.

Nesse sentido, para uma avaliação representativa do potencial de resiliência local, após serem tomadas as medidas necessárias para o isolamento e retirada dos fatores de degradação da área, recomenda-se o seu isolamento por dois anos, a fim de proporcionar o recrutamento e o estabelecimento dos propágulos regenerantes (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016). Ao longo desse período de dois anos, poderão ser adotadas técnicas de condução da regeneração natural (Figura 57).

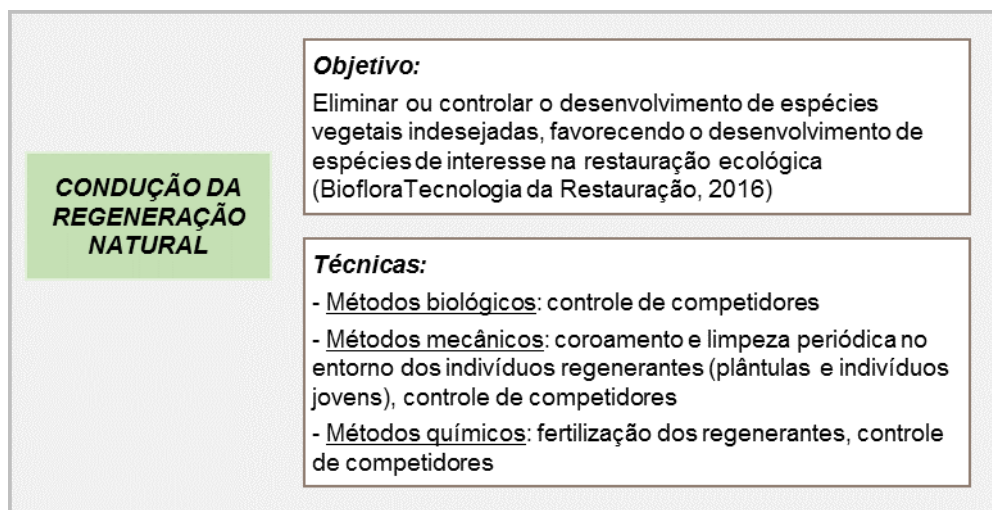


Figura 57 – Definição e técnicas de condução da regeneração natural

Por aproveitar os indivíduos jovens pré-existentes na área a ser restaurada, a condução da regeneração natural é um importante método em função do seu custo reduzido, por garantir um aporte de diversidade de espécies no local a ser reestruturado e pela preservação do patrimônio genético regional (Nature Conservancy, 2016). Como resultado, é possível obter a floresta restaurada rapidamente, favorecendo o restabelecimento precoce de importantes processos ecológicos (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Viabilização do recobrimento da área a ser restaurada

Na linha do tempo da sucessão ecológica pretendida pela restauração, a fase de recobrimento representa a fase de estruturação da floresta, ou seja, aquela em que se objetiva promover o recobrimento do solo pelas copas das árvores de espécies iniciais da sucessão e pela formação de uma fisionomia florestal semelhante a uma capoeira. Nesta fase, a presença de espécies do grupo de diversidade ou dos grupos mais finais da sucessão ecológica não se faz muito importante, visto que o objetivo é a formação de uma estrutura florestal, visando à redução da competição com espécies exóticas invasoras (como as gramíneas e outras) e, conseqüentemente, redução dos custos da restauração. Além disso, também é facilitada a formação de um ambiente adequado (com diferentes níveis de sombreamento, redução da temperatura e aumento da umidade no nível do solo) para o estabelecimento dos demais grupos de espécies e de outras formas de vida vegetal (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Após o isolamento da área para a expressão da regeneração natural, deverá ser realizada a avaliação da presença da vegetação regenerante e, em função da situação encontrada, adotada a metodologia mais adequada à restauração ecológica:

- Recobrimento natural, nas áreas com potencial de resiliência ou recuperação natural da vegetação nativa, caso seja constatada uma boa cobertura do solo com boas condições de sombreamento, ou seja, uma primeira estrutura florestal de forma integral;
- Recobrimento artificial, nas áreas onde tenha havido recobrimento natural, mas de forma irregular ou sem a densidade adequada para formar uma capoeira homogênea em toda a área, bem como nas áreas sem resiliência local.

No caso de ser necessário recobrimento artificial devem ser usadas as seguintes técnicas:

- **Plantio total**, quanto a regeneração natural for baixa ou nula;
- **Plantio de adensamento** com espécies do grupo de recobrimento, quando a regeneração natural for parcial (com vazios), correspondendo ao plantio de mudas ou de sementes nos espaços não ocupados pela regeneração natural.

As técnicas de plantio (plantio de mudas e de sementes) são descritas nas seções 4.5.3.3 e 4.5.3.4. O **plantio total** pode ser ainda realizado por meio da transferência de banco de sementes alóctone (Nature Conservancy, 2016).

Entende-se por **plantio de adensamento** o plantio de mudas de espécies iniciais da sucessão nos espaços não ocupados pela regeneração natural (Nature Conservancy, 2016). Esse procedimento é recomendado em locais que alternam boa presença de regeneração natural com locais falhos, com baixa densidade de vegetação arbustivo-arbórea, ou em áreas de borda de fragmentos e grandes clareiras em estágio inicial de sucessão, visando controlar a expansão de espécies invasoras e nativas em desequilíbrio e favorecer o desenvolvimento das espécies finais por meio do sombreamento (Brancalion, et al., 2009 in Nature Conservancy, 2016). O método de adensamento possui como vantagens a possibilidade de promover a restauração da vegetação nativa controlando a expansão de espécies agressivas ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de espécies que toleram o sombreamento. Em contrapartida, o custo de implantação é maior quando comparado com a condução da regeneração natural dado que envolve o plantio de mudas (Nature Conservancy, 2016).

As espécies do grupo de recobrimento correspondem a espécies que têm rápido crescimento e formação de copa densa e ampla, assim como produção precoce de sementes, representando boa capacidade sombreadora da área a ser ocupada. A implantação de espécies do grupo de recobrimento corresponde ao plantio escalonado de mudas ou sementes, onde são realizadas combinações de espécies em grupos de plantio, plantadas em tempo diferentes (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016). A metodologia de plantio de mudas de recobrimento pode ser realizada em conjunto com o plantio de espécies de adubo verde, para controle biológico de competidores, que deve acontecer nas entrelinhas do recobrimento por meio de semeadura direta (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Enriquecimento da área recoberta

Depois do recobrimento da área a ser restaurada, deverá ser feito o monitoramento da área e, em função da situação encontrada, adotada uma das seguintes metodologias (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016):

- **Enriquecimento natural**, quando área apresenta elevado potencial de resiliência e permite a entrada e estabelecimento de propágulos de espécies dos grupos finais da sucessão ecológica, reduzindo a necessidade de introdução de mudas desses grupos na fase de enriquecimento;
- **Enriquecimento artificial**, quando há a necessidade de introdução de espécies do grupo de diversidade nas áreas de restauração, através da introdução de mudas ou sementes de espécies regionais dos estágios avançados de sucessão ecológica.

No grupo de diversidade incluem-se as espécies que não possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, mas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que é esse grupo que vai gradualmente substituir o grupo de recobrimento quando este entrar em senescência (morte), ocupando definitivamente a área. O enriquecimento deve ser orientado pelo uso do maior número de espécies possível, visto que o objetivo central da restauração é a proteção, o aumento e perpetuação da biodiversidade local (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Tendo em conta as metodologias apontadas, as técnicas propostas para serem utilizadas para recomposição da vegetação em cabeceiras, são as seguintes:

1. Cercamento;
2. Técnicas de condução da regeneração natural;
3. Plantio de mudas;
4. Plantio de sementes.

4.5.3.1. Cercamento

O cercamento é importante para garantir o isolamento de uma área e a eliminação ou redução de fatores de perturbação da área a revitalizar, tal como mencionado no capítulo 4.5.3.

4.5.3.1.1. Descrição metodológica

O cercamento deverá consistir nos seguintes passos sequenciais:

- Locação da área a cercar, com o objetivo de demarcar os locais onde serão realizadas as intervenções;
- Estaqueamento da área a cercar;
- Execução do cercamento;
- Colocação de placas informativas sobre o executor do projeto para afixar em pontos estratégicos das cercas (1 por cada 200 m de cerca).

A cerca poderá ter várias configurações, apresentando-se seguidamente um exemplo proposto no âmbito dos projetos de recuperação hidroambiental do Comitê do São Francisco (AGB Peixe Vivo, 2014b), notadamente uma cerca de arame farpado (Figura 58).

A cerca poderá utilizar materiais diversos, desde que cumpra com o objetivo de isolar a área em causa dos respectivos fatores de perturbação (AGB Peixe Vivo, 2014b).

Para a construção da cerca deverá ser realizada a limpeza e o destocamento do terreno (aceiro), em uma faixa de 2 m de largura com o objetivo de permitir o trabalho dos

cerqueiros, assim como proporcionar a conservação e a proteção da cerca contra a ocorrência de incêndios. A cerca deverá estar localizada no centro aceiro, ficando após sua construção, uma faixa livre de 1 m em cada lado da cerca. A construção do aceiro poderá ser executada com trator de esteiras com lâmina frontal ou mesmo através de trabalho manual (AGB Peixe Vivo, 2014b).



Fonte: AGB Peixe Vivo, 2014b

Figura 58 – Cercas que foram construídas nos projetos de recuperação hidroambientais na bacia do rio das Pedras (Município de Guaraciama - MG) e na bacia do rio Jatobá (Município de Pirapora - MG), todos inseridos na bacia do rio São Francisco

4.5.3.1.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos técnicos:

- Materiais constituintes da cerca;
- Placas informativas sobre o executor do projeto (60x40cm), 1 por cada 200 m de cerca.

Para execução desta técnica será necessária a seguinte maquinaria:

- Trator de esteiras com lâmina frontal.

4.5.3.1.3. Recursos humanos

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos humanos:

- Topógrafo;
- Cerqueiros.

4.5.3.2. Técnicas de condução da regeneração natural

As ações de condução da regeneração natural visam propiciar condições para que a regeneração natural possa se desenvolver com os mesmos cuidados de uma muda plantada (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

4.5.3.2.1. Descrição metodológica

A condução da regeneração natural poderá consistir nos seguintes passos:

- Eliminação ou controle do desenvolvimento de espécies indesejadas, conforme as recomendações para o plantio de mudas (secção 4.5.3.3.1);
- Coroamento e limpeza periódica no entorno dos indivíduos regenerantes, conforme as recomendações para o plantio de mudas (secção 4.5.3.3.1);

- Fertilização dos regenerantes, conforme as recomendações para fertilização de cobertura das mudas plantadas (capítulo 4.5.3.3.1), para propiciar melhor desenvolvimento dos indivíduos e cobertura da área em menor tempo.

4.5.3.2.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos técnicos:

- Eliminação ou controle do desenvolvimento de espécies indesejadas (dependente da técnica ou técnicas escolhidas:
 - Sementes de espécies adequadas e restantes materiais para adubação verde;
 - Substância agrotóxicas.
- Adubos.

Será ainda necessária a maquinaria aplicável identificada nas secções 4.5.3.3.2 e 4.5.3.4.2.

4.5.3.2.3. Recursos humanos

Para execução destas técnicas são necessários os seguintes recursos humanos:

- Técnico com experiência em intervenções com vegetação, para direção e supervisão da obra;
- Mão-de-obra especializada em intervenções com vegetação.

4.5.3.3. Plantio de mudas

O plantio de mudas é uma das técnicas que pode ser utilizada em complemento da condução da regeneração natural, para densificação de áreas com vegetação ou no plantio total. Tem como objetivo a cobertura do terreno com vegetação e a reposição do coberto vegetal (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013).

4.5.3.3.1. Descrição metodológica

No Brasil, existe bibliografia diversa que aborda os métodos e técnicas utilizados no plantio de mudas, associada à restauração florestal e ecológica (por exemplo: The Nature Conservancy, 2016; Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013; Instituto BioAtlântica, 2009; Attanasio *et al.*, 2006) e também desenvolvida para o Estado da Bahia (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016). As descrições metodológicas apresentadas baseiam-se, essencialmente, na bibliografia disponível.

Para o plantio de mudas deverá ser considerado um conjunto sequencial de ações, de modo a garantir o maior sucesso da intervenção (pré-plantio, plantio e pós-plantio), notadamente:

- Controle de formigas e cupinzeiros;
- Controle de competidores;
- Preparo para o plantio / abertura de covas;
- Coroamento;
- Calagem;
- Fertilização de base;
- Plantio;
- Irrigação;
- Replantio;
- Fertilização de cobertura;
- Manutenção.

Considera-se, para o desenvolvimento das ações acima, que já foi efetuada a produção e transporte de mudas para o local.

As atividades operacionais de restauração florestal estão descritas na sequência normalmente adotada para os casos de plantio em área total ou em áreas extremamente degradadas. No entanto, dependendo da situação de restauração e da metodologia adotada, a ordem com que se aplicam essas atividades operacionais pode mudar para se obter resultados mais eficientes (Instituto BioAtlântica, 2009).

Controle de formigas e cupinzeiros

O controle de formigas cortadeiras e de cupins deverá ser iniciado algumas semanas antes do preparo do solo e continuar sendo realizado regularmente até que a floresta esteja estabelecida (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016), devendo ser usados métodos que sejam eficazes para o combate das pragas.

Pode ser feito controle químico ou utilizados métodos de controle alternativos de formigueiros.

O controle químico pode ser realizado utilizando (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Iscas granuladas à base de Sulfluramida ou Fipronil e bagaço de laranja como atrativo. Tais iscas podem ser encontradas comercialmente nas formas granulada solta e granulada acondicionada, devendo ser distribuídas pela área para que as próprias formigas as levem para dentro do formigueiro. Trata-se do método mais utilizado atualmente no combate a formigas cortadeiras em florestas, tanto comerciais como nativas plantadas, devido à facilidade de aplicação, à baixa toxicidade e, principalmente, aos bons resultados de controle obtidos com a sua aplicação. Não devem ser distribuídas sobre o solo úmido;
- Formicidas líquidos ou em pó através de fumegadores diretamente nos “olheiros” dos formigueiros. São muito eficientes, mas os olheiros devem ser localizados em sua totalidade, não só na área de restauração, mas em todo seu entorno, não devendo ser aplicados em dias chuvosos.

O controle químico deverá considerar o seguinte (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Controle inicial no pré-plantio: deve ser realizado 30 dias antes do plantio e de qualquer intervenção na área, realizando a aplicação de forma sistemática (10 gramas a cada 3 m x 10 m) pela área e direta junto aos olheiros quanto encontrados (20 gramas por olheiro e 10 gramas por m² de terra solta em volta dos formigueiros);
- Controle no plantio: será realizado 5 a 7 dias antes do plantio e com um repasse logo após a implantação das mudas, sendo realizado da mesma forma que o combate anterior;
- Repastes de manutenção (pós-plantio): devem ser realizados até o segundo ano pós-plantio periodicamente para se evitar a reinfestação. A cada 15 dias, nos primeiros 2 meses, e depois a cada 2 meses. Nessa fase, o controle deve ser realizado de forma sistemática (10 gramas/10 m²), somente nas vizinhanças das mudas cortadas e próximo aos olheiros (10 gramas/olheiro).

Os métodos alternativos de controle são geralmente menos agressivos para as formigas, mas podem ter que ser utilizados devido a eventuais restrições ambientais, referindo-se (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Destruição do ninho;
- Injeção de gases ou de água (injeção de grande volume de água, gás de cozinha ou gás de escapamento de trator nos olheiros);
- Adubação verde com potencial formicida (com espécies controladoras do ataque de formigas que podem ser plantadas nas entrelinhas de plantio ou nos espaços vazios no caso de áreas com regeneração natural);
- Formicidas vegetais.

Controle de competidores

O controle de espécies competidoras que possam vir a prejudicar o desenvolvimento das espécies nativas é muito importante no sucesso da restauração, podendo ser aplicadas técnicas de controle de:

- Gramíneas exóticas;

- Lianas em desequilíbrio;
- Espécies arbóreas exóticas.

Controle de gramíneas exóticas

O controle de gramíneas exóticas deve começar cerca de 15 dias antes do plantio, mas irá continuar por cerca de 2 anos, juntamente com as atividades de manutenção da área (Instituto BioAtlântica, 2009). Poderão ser adotados os seguintes métodos, que podem ser usados em simultâneo numa mesma área (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Instituto BioAtlântica, 2009), de forma combinada:

- Mecânicos, com a remoção dos indivíduos de espécies infestantes através de uma roçada:
 - Manual, com rendimento muito baixo;
 - Mecanizada;
 - Semi-mecanizada.
- Biológicos, pelo uso de um grupo de espécies de adubo verde que sombreiam a área muito rapidamente, aplicando na entrelinha;
- Químicos (quando permitidos legalmente), através da utilização de herbicidas que destroem as espécies indesejáveis ou impedem o seu desenvolvimento. A aplicação dever ser realizada 30 dias após a roçada, quando o mato tiver rebrotado e preferencialmente antes do plantio para não haver perigo de deriva. A aplicação pode ser feita do seguinte modo:
 - Costal, em áreas com restrição à aplicação mecanizada;
 - Tratorizada com barra de pulverização, recomendado em áreas planas e pouco declivosas quando não encontramos a presença de indivíduos arbóreos regenerantes;
 - Tratorizada com mangueiras de pulverização, recomendado para áreas com muita regeneração natural ou com alta declividade.

Vale ressaltar que nos casos onde ocorre a regeneração natural, a primeira atividade é o coroamento dos indivíduos regenerantes, facilitando a visualização desses indivíduos durante a roçagem posterior (Instituto BioAtlântica, 2009), assim como a proteção com tubos de PVC no caso de aplicação de herbicida.

As vantagens e desvantagens de cada um dos métodos são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Comparação entre métodos de controle de espécies competidoras (gramíneas exóticas) recomendados para a região sul do estado da Bahia

Parâmetro analisado	Modelos de restauração florestal		
	Mecânico	Químico	Adubação Verde
Exigência de mão de obra	Grande	Moderada	Baixa
Número de manutenções nos dois primeiros anos	16	8	4
Custo total	Muito alto	Alto	Baixo
Desenvolvimento florestal	Baixo	Alto	Alto

Fonte: Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016

Deve ser considerado também o banco de sementes das espécies invasoras, uma vez que o mesmo poderá permanecer nas áreas em restauração por muitos anos e, quando não controlados, poderão ocasionar novas infestações (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Controle de lianas em desequilíbrio

Em áreas com presença de indivíduos arbóreos regenerantes, é comum a presença de espécies de lianas em desequilíbrio, principalmente na borda de fragmentos florestais com necessidade de restauração, formando as chamadas “colunas ou mantas de cipó”. Todavia, estas espécies devem ser controladas para desinibir o desenvolvimento das outras espécies florestais (Instituto BioAtlântica, 2009).

Essa atividade é realizada geralmente de forma manual com foice, podendo ser seguida da aplicação de herbicida puro no local onde foi realizado o corte na base da planta. A não aplicação de herbicida acarretará em inúmeros repasses dessa atividade, uma vez que essas espécies possuem grande poder de rebrota. Nesta atividade deve-se ter especial cuidado para não se danificar a regeneração natural (Instituto BioAtlântica, 2009).

Controle de espécies arbóreas exóticas

O controle dessas espécies pode ser feito através das seguintes ações (Instituto BioAtlântica, 2009):

- Corte de espécies arbóreas ou arbustivas exóticas (em áreas sem regeneração natural), com a utilização de motosserra ou machado, retirando a madeira da área, no mínimo um mês e meio antes do início das atividades de preparo do solo;
- Corte de espécies exóticas com baixo impacto (em área com regeneração natural), tomando-se o cuidado de se concentrar o impacto da queda das árvores sobre a entrelinha que está sendo retirada, deixando que pelo menos 50% da área não seja afetada com a queda. Quando não existe interesse comercial na madeira, pode-se promover a morte em pé dos indivíduos (por anelamento mecânico ou químico);
- Controle químico da rebrota de espécies exóticas, instantes após o corte da árvore, com a aplicação de herbicida nas cepas;
- Controle manual da rebrota de espécies exóticas, aproximadamente 30 dias após o corte, com a utilização de foice, bem como sempre que necessário consoante a capacidade de rebrota das espécies.

Preparo para o plantio / abertura de covas

O preparo do solo consiste na sua mobilização de forma a que fique com características físicas adequadas ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas.

A abertura de covas tem como objetivo principal a melhoria química e física do solo de forma localizada e, portanto, devendo estar sempre associada à adubação de base e a descompactação do solo, tanto em largura quanto em profundidade (Instituto BioAtlântica, 2009). O preparo de solo para abertura de covas deverá ser realizado empregando, sempre que possível, técnica de cultivo mínimo, ou seja, que não envolva o revolvimento do solo na área total, bem como outras técnicas de conservação de solo (Instituto BioAtlântica, 2009).

A abertura de covas pode ser executada utilizando diferentes técnicas (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Abertura manual, com enxada ou cavadeira, com dimensões médias de 30 cm de largura x 30 cm de profundidade ou mais, em caso de necessidade (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016);
- Com broca perfuratriz (aplicada em trator), tendo como desvantagem o potencial espelhamento, bem como o alto custo e baixo rendimento;
- Com motocoveadora, com a vantagem de ter rendimento elevado, poder ser usado em locais de baixa mecanização com terrenos declivosos e áreas com indivíduos regenerantes;
- Subsolagem na linha do plantio, que deve realizar-se quando o solo se encontrar compactado, com o objetivo principal de promover o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, facilitando o desenvolvimento radicular das mudas e aumentando a infiltração de água na linha de plantio. Pode ser feita a uma profundidade mínima de 40 cm e com espaçamento de 3 m entre as linhas (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016). É a principal indicação para plantios com muda em tubete e, no caso de mudas em saquinho, complementa-se a abertura da cova manualmente ou com enxada.

Coroamento

O coroamento consiste na remoção (manual) ou controle (químico) de toda e qualquer vegetação que existe em um raio de no mínimo 50 cm ao redor da muda ou indivíduo regenerante que se deseja conduzir, para evitar a competição por água, luz e nutrientes com a vegetação herbácea. Pode ser executado das seguintes formas (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Coroamento manual – realizado com enxada, removendo a vegetação existente em um raio de sessenta centímetros e uma profundidade de cerca de cinco centímetros no solo, a fim de garantir o retardamento de possíveis rebrotas da vegetação invasora indesejável.
- Coroamento químico – através da aplicação de herbicida com a utilização de pulverizador costal, em um raio de cinquenta a cem centímetros ao redor da planta que se deseja conduzir. É recomendado para indivíduos regenerantes ou mudas com porte acima de 50 cm de altura.

Calagem

A aplicação de calcário deverá ser efetuada quando os teores de Ca e Mg trocáveis no solo forem muito baixos, com o objetivo principal de aumentar a sua disponibilidade para as mudas, com dosagem dependente dos teores destes nutrientes. A aplicação de calcário poderá ser realizada diretamente no fundo ou ao redor da cova de plantio das mudas, utilizando-se de 200 a 300 gramas por cova. Vale lembrar que já existem no mercado alguns adubos contendo Ca e MG juntamente com o NPK e que podem substituir o uso de calcário (Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016).

Fertilização de base

A fertilização de base tem como objetivo fornecer os nutrientes necessários ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016), devendo, sempre que possível, ser planejada a partir de análises prévias de solo para otimizar os custos e proporcionar melhores resultados à prática (Instituto BioAtlântica, 2009).

A fertilização de base pode ser realizada utilizando fertilizantes químicos ou orgânicos e ser realizada de duas formas dependendo do método adotado para o preparo da área de plantio:

- Se for mecanizado, a fertilização pode ser efetuada com o subsolador, podendo ser feita em uma única operação combinada com o preparo do solo. A aplicação em filete contínuo deve ser feita com uma antecedência máxima de até 30 dias do plantio nos períodos chuvosos e até 60 dias quando no período mais seco (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016);
- Se for manual, a fertilização pode ser executada na base do berço, também manualmente, consistindo na aplicação em coveta lateral, no período máximo de 10 dias após o plantio (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

A fertilização manual também pode ser efetuada no berço pré-plantio, devendo ser executada entre 30 e 5 dias antes do plantio (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Plantio

Diferentes modelos de plantio podem ser adotados para a implantação de mudas em área total. Entretanto, independentemente do modelo de plantio escolhido, este deve ter alta diversidade e possibilitar a substituição gradual das espécies com o tempo (Nature Conservancy, 2016).

Contudo, é muito importante que os grupos de plantio já venham separados do viveiro e as espécies em cada um dos grupos muito bem misturadas entre si. Este trabalho, quando realizado no campo, dificilmente consegue um bom resultado, além de ter um custo bem maior. Vale ressaltar que os métodos aqui descritos podem ser utilizados tanto em plantio total quanto em áreas de adensamento ou enriquecimento (Instituto BioAtlântica, 2009).

O plantio pode se realizar de forma manual, com ou sem auxílio de uma plantadora manual (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016):

- Plantio manual – colocando-se a muda no centro da cova, mantendo-se o torrão um pouco abaixo do solo (1 cm), o qual deve ser compactado levemente, podendo ou não ser construída uma pequena bacia ao redor da muda para receber a água da irrigação. Este método pode ser usado no plantio de mudas em saquinho e em tubete;
- Plantio com plantadora manual – para situações em que o plantio é realizado através de mudas em tubetes, com melhor rendimento que o método anterior, sendo a muda colocada na profundidade ideal de plantio e devendo o solo ser levemente compactado depois.

Irrigação

A irrigação será necessária sempre que o plantio não seja realizado na estação chuvosa (o que será preferível, porque reduz custos), logo após o plantio, quando se verifique murchamento das espécies ou seja necessária, até ao estabelecimento das mudas, que deverá demorar 1 a 2 meses após o plantio, altura em que já deverão estar enraizadas no solo (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016).

A irrigação poderá ser realizada usando água ou hidrogel, que retém a umidade ao redor das mudas por um tempo maior. O hidrogel deve ser incorporado em volta da muda, mas evitando-se a formação de bolsa em volta da planta (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Nature Conservancy, 2016).

Replântio

O replântio consiste na reposição das mudas que morreram, na mesma cova já preparada, devendo ser realizado sempre que a mortalidade é superior a 5%. Deve ser realizado entre 60 e 90 dias após o plantio, fazendo-se a irrigação como no plantio. Não é necessário fazer nova adubação de base (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Instituto BioAtlântica, 2009; Nature Conservancy, 2016).

Fertilização de cobertura

A adubação de cobertura deve ser realizada tanto para o incremento do desenvolvimento dos indivíduos plantados, quando para os indivíduos regenerantes, não diferindo na metodologia adotada (Instituto BioAtlântica, 2009).

A fertilização de cobertura deve ser realizada em áreas onde não tenha sido possível a realização de adubação de plantio, devendo a distribuição do adubo ser realizada no período chuvoso ou estando o solo húmido, em semicírculo, na projeção da copa e na posição mais elevada do berço de plantio (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Os adubos de cobertura podem ser químicos ou orgânicos.

Manutenção

A manutenção consiste nas seguintes operações (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016; Instituto BioAtlântica, 2009):

- Limpeza das coroas;
- Controle do capim (químico ou mecânico);

- Controle periódico de formigas cortadeiras;
- Fertilização de cobertura.

Estas operações devem ser realizadas até que se obtenha o total recobrimento do solo pela sombra da copa das árvores. Deverão ser em média de 6-8 intervenções (capinas) nesse período. Com o uso de adubação verde, o número de capinas deve cair para 3 ou 4 (Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016).

Sempre que possível, a manutenção deve ser realizada até os 30 meses pós-plantio, de forma sistemática (Instituto BioAtlântica, 2009)

4.5.3.3.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos técnicos:

- Produtos agrotóxicos;
- Sementes e materiais para adubação verde;
- Adubos;
- Mudas com ou sem tubetes;
- Água ou hidrogel.

Para execução destas técnicas será necessária a seguinte maquinaria:

- Controle de formigas cortadeiras: equipamento costal com fumegador, p.e.
- Controle de competidores: trator com roçadeira central, com pá-carregadeira ou moto-roçadeira costal; máquinas necessárias ao plantio de sementes de adubo verde; pulverizador costal, trator com pulverizador ou trator com mangueira de pulverização);
- Descompactação do solo e fertilização: subsoladores, enxada e cavadeira;
- Abertura de covas: motocoveadora, broca perfuratriz, enxada e cavadeira;
- Plantio: plantadora manual;
- Irrigação: regador manual em áreas pequenas, tanque pipa ou motobomba, com mangueiras para a irrigação, em áreas maiores.

As listagens anteriores podem ser complementadas com a informação da Figura 59, onde constam as atividades operacionais envolvidas na restauração ecológica,

contendo as metodologias mais usadas, as máquinas/equipamentos, bem como os materiais a utilizar, de acordo com Instituto BioAtlântica (2009).

ATIVIDADE	SISTEMA	MÁQUINA/EQUIPAMENTO	RENDIMENTOS		DOSAGEM		OBSERVAÇÕES
			HH/ha	HM/ha	dose/ha	Unidade	
Controle de formigas	Químico Pré-plantio e pós plantio	Isclas granuladas	1		3,5	Kg	Iscla formicida
	Químico Repasses (pós-plantio)	Isclas granuladas	0,8		2	Kg	Iscla formicida
Controle de competidores	Manual	Foice	40				
	Mecanizada	Trator 80HP/ roçadeira central		3			
	Semi-mecanizada	Motorroçadeira Costal	20	20			
	Controle da rebrota	Pínel e <i>Glyphosate</i>	40			Litro	<i>Glyphosate</i>
Incorporação de resíduos	Gradagem	Trator 90Hp com grade		2			
Aplicação de herbicida	Costal	Pulverizador Costal	18	1	3,5	Litro	<i>Glyphosate</i>
	Tratorizada	Tanque pulverizador com barra		1,5	3,5	Litro	<i>Glyphosate</i>
	Mangueiras	Tanque pulverizador com 4 mangueiras	15	3,75	3,5	Litro	<i>Glyphosate</i>
Abertura de covas	Subsolagem da linha de plantio	Trator 80Hp / Subsolador florestal		3			60 a 80 cm
	Broca perfuratriz	Trator 80Hp / Broca perfuratriz		20			30 X 40 cm
	Motocoveadeira		25				30 X 40 cm
	Abertura manual de covas	Enxada	80				40 X 40 X 40 cm
	Abertura de covetas	Enxada ou enxadinha de jardinagem	80				10 X 10 X 10 cm
Coroamento	Manual	Enxada	50				60 cm de raio
	Químico	Costal / Chapéu de napoleão	5		1	Litro	<i>Glyphosate</i>
Calagem	Calagem - tratorizada	Trator 80 HP/ calcareadora		1,5	200 a 300	Gramas/cova	Calcário
	Calagem - manual	Trator 65 hp apoio	10	1			
Adubação de base	Química	Trator com carretinha p/ transporte	8	1	175	kg	NPK 06:30:06
	Orgânica	Trator com carretinha p/ transporte	18	1,5	5 a 10	Litro/cova	Estercos curtido
Plantio tubete 50 ml	Em área total	Trator com carretinha p/ transporte	HH/ha	HM/ha	dose/ha	Unidade	
	Adensamento + Enriquecimento	Trator com carretinha p/ transporte	16	1,5	1666	Unidade	Tubete 50 ml
	Enriquecimento	Trator com carretinha p/ transporte	10	1,0	800	Unidade	Tubete 50 ml
Irrigação *	Tratorizada	Trator / tanque de irrigação	06	0,3	200	Unidade	Tubete 50 ml
Replanteio	Muda	Trator com carretinha p/ transporte	9	5	6.700	Litro	Água
Adubação de cobertura	Química	Trator com carretinha p/ transporte	2	0,25	170	Unidade	Muda
	Orgânica	Trator com carretinha p/ transporte	8	1	85	kg	20:05:20
Limpeza das coroas			14	1	5 a 10	Litro/cova	Estercos curtido
	Químico	Pulverizador Costal			1	Litro	<i>Glyphosate</i>
	Manual	Enxada	5				
Controle de competidores	Químico	Pulverizador Costal	42				
	Manual	Foice e enxada	13	1	3	Litro	<i>Glyphosate</i>
Plantio saquinho 1 L	Em área total	Trator com carretinha p/ transporte	20				
	Adensamento + Enriquecimento	Trator com carretinha p/ transporte	32	1,5	1666	Unidade	Muda saquinho 1 L
	Enriquecimento	Trator com carretinha p/ transporte	12	0,8	800	Unidade	Muda saquinho 1 L
			8	0,4	200	Unidade	Muda saquinho 1 L

* - na ausência de chuvas.

Fonte: Instituto BioAtlântica, 2009

Figura 59 - Atividades operacionais contendo as metodologias mais usadas, rendimentos de hora homem por hectare (HH/ha), rendimentos de hora máquina por hectare (HM/ha), dosagens, insumos e número de repetições para 30 meses de manutenção

4.5.3.3.3. Recursos humanos

Para execução destas técnicas são necessários os seguintes recursos humanos:

- Técnico com experiência em intervenções com vegetação, para direção e supervisão das obras;
- Mão-de-obra especializada em intervenções com vegetação.

4.5.3.4. Plantio de sementes

A semeadura direta é um sistema de regeneração alternativo, onde as sementes são espalhadas diretamente no local a ser restaurado, sem a necessidade da formação de mudas (Toumey & Korstian, 1967 *in* Nature Conservancy, 2016). Com esta técnica as plantas germinam, se estabelecem e crescem sempre nas condições do local do plantio (Rede de Sementes do Cerrado, 2013).

Em princípio, é uma técnica recomendada apenas para algumas espécies pioneiras e secundárias iniciais, quando utilizadas em áreas com ausência de vegetação, sendo também recomendada para espécies secundárias tardias e clímax, em trabalhos de enriquecimento de florestas secundárias (Kageyama & Gandara, 2004 *in* Nature Conservancy, 2016). É uma técnica de reflorestamento barata e versátil, podendo ser utilizada na maioria dos sítios e, principalmente, em situações onde a regeneração natural ou o plantio não podem ser executados (Mattei, 1995 *in* Nature Conservancy, 2016).

Esta técnica pode ser aplicável principalmente onde a fonte natural de sementes não é adequada e ou indisponível, assim como em áreas de difícil acesso, onde as condições de solo tornam o plantio caro ou impossível, desta forma ela tem sido utilizada em diversos países como técnica para o restabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas (Close; Davidson, 2003; Willoughby, 2004; *in* Aguirre, 2012).

O sucesso no emprego da semeadura depende de condições mínimas para que ocorra a germinação das sementes e, posteriormente, possibilitem que as mudas cresçam e se estabeleçam (Cury e Carvalho Jr., 2011). O grande desafio no caso da semeadura direta a pleno sol ainda é o controle de espécies competidoras, principalmente as gramíneas exóticas alelopáticas (Instituto BioAtlântica, 2009).

As principais vantagens desta técnica são os baixos custos operacionais (operações mecanizadas) e a possibilidade das árvores se estabelecerem em micro sítios apropriados (Engel & Parrota, 2001 *in* Nature Conservancy, 2016).

A semeadura direta permite o plantio em alta densidade de sementes de espécies nativas que podem ocupar o máximo possível do solo evitando a recolonização das gramíneas exóticas (Rede de Sementes do Cerrado, 2013), sendo ainda a técnica utilizada para a aplicação de adubo verde.

Como desvantagem podemos citar que existe necessidade de maior manutenção das mudas nos dois primeiros anos pós-germinação, estas requerem mais cuidados e tratamentos culturais adicionais, bem como maior supervisão durante todas as fases (Araki, 2005 *in* Aguirre, 2012). Outro problema está relacionado à baixa porcentagem de germinação das sementes, uma vez que muitos lotes podem apresentar sementes não viáveis (Aguirre, 2012).

O uso da semeadura direta tem crescido nos últimos anos e se tornado promissora (Ruizjaen; Aide, 2005 *in* Aguirre, 2012). A seleção adequada das espécies, considerando-se as características fisiológicas das sementes e o grupo ecológico são fundamentais para tornar a técnica operacionalmente mais vantajosa, com uma rápida ocupação de áreas degradadas (Engel; Parrota, 2001 *in* Aguirre, 2012).

4.5.3.4.1. Descrição metodológica

O plantio de sementes deverá consistir nos seguintes passos (AGB Peixe Vivo, 2016b; Instituto BioAtlântica, 2009; Rede de Sementes do Cerrado, 2013), que têm paralelo com os mencionados no caso do plantio de mudas, aplicáveis consoante a intervenção a executar:

- **Controle de formigas e cupinzeiros** (secção 4.5.3.3.1);
- **Controle de competidores** (secção 4.5.3.3.1);
- **Correção da área** (calagem e fertilização, secção 4.5.3.3.1);
- Preparo do solo para o plantio;
- Plantio;
- Replantio;

- **Manutenção** (capítulo 4.5.3.3.1) e **manejo**.

As atividades operacionais no plantio via semeadura direta podem ser executadas de maneira manual ou mecanizada, de sementes de espécies utilizadas para restauração da vegetação, diretamente na área a ser restaurada (Nature Conservancy, 2016).

A semeadura direta em linhas é uma técnica que pode ser utilizada para o enriquecimento de áreas que já apresentem alguma regeneração natural para aumentar o número de espécies ou incluir tipos de plantas que não estão regenerando sozinhas no local. Ela é recomendada para estabelecer as árvores, mas não restaura toda a área, que precisa ser coberta totalmente pelo estrato herbáceo (Rede de Sementes do Cerrado, 2013).

A semeadura direta com plantio em área total é adequada em áreas onde se pretende restaurar o estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo. Este método pode ser mecanizado e tem custo relativamente baixo de instalação e manutenção (Rede de Sementes do Cerrado, 2013).

Uma das características desse tipo de intervenção é que o manejo, ou seja, o controle das espécies indesejadas após o plantio das nativas é dificultado, já que as plantas desejadas e indesejadas crescem entremeadas. Por essa razão o preparo do solo antes do plantio precisa ser muito bem realizado, buscando diminuir ao máximo a capacidade de retorno das espécies invasoras. Além disso, buscamos promover o recobrimento rápido do solo utilizando elevada quantidade de sementes distribuídas entre herbáceas, arbustivas e arbóreas. Se por um lado precisamos intervir mais no preparo e no plantio, por outro economizamos esforços no manejo (Rede de sementes do Serrado, 2013).

Preparo do solo

Como já referido, o bom preparo do solo é essencial para obter um bom resultado de semeadura direta.

A abertura de linhas de plantio para semeadura direta pode ser realizada com arado de aiveca que inverte a leiva do solo, retirando da linha de plantio o banco de sementes de plantas daninhas, o que diminui a infestação futura desse local. Isso é altamente vantajoso, já que o controle do mato na linha de plantio é uma das atividades mais

difíceis de serem executadas durante a manutenção da área. Em seguida deve ser realizada uma subsolagem para descompactação do solo. Pode-se também realizar somente a subsolagem na linha de semeadura. Antes da semeadura é realizado um primeiro controle de espécies invasoras na entrelinha ou mesmo em área total (Instituto BioAtlântica, 2009).

Plantio

O plantio será feito através do lançamento de sementes, manual ou mecânico, para posterior incorporação no solo em menos de 10 cm de profundidade. (AGB Peixe Vivo, 2016b)

Após o controle das espécies invasoras, as sementes devem ser distribuídas no fundo das covetas ou sulcos dispostos em linhas e devem ser recobertas com uma fina camada de solo que não deve ultrapassar o diâmetro da semente (Instituto BioAtlântica, 2009). Utilizar palhada (*mulch*) ou plantas agrícolas de ciclo curto pode evitar a dessecação das sementes e plântulas, aumentar umidade do solo e inibir plantas espontâneas (Rede de Sementes do Cerrado, 2013), no caso da semeadura em linha.

Essa operação deve ser realizada preferencialmente no início do período chuvoso. A necessidade de adubação vai depender da qualidade do solo, já que em ambientes florestais degradados, o solo geralmente apresenta uma boa camada de matéria orgânica e nutriente em quantidade satisfatória. Por outro lado, se o enriquecimento for realizado numa área de solo pobre e em processo de restauração com baixa diversidade é altamente recomendável que se faça as mesmas adubações indicadas num plantio convencional (Instituto BioAtlântica, 2009).

Uma das implicações da semeadura direta é o fenômeno de dormência que muitas sementes de espécies florestais apresentam. Para Toledo & Marcos Filho (1977 *in* Nature Conservancy, 2016) a dormência é de grande significado para as espécies florestais, pois a semente somente germinará quando sua dormência for “quebrada”, ou seja, quando houver condições ambientais favoráveis para seu desenvolvimento (Araki, 2005 *in* Nature Conservancy, 2016). As espécies que possuem sementes com dormência devem sofrer processo de quebra de dormência antes de serem semeadas (Instituto BioAtlântica, 2009).

Em casos onde existe alta fragilidade ambiental, como nas áreas com subsolo exposto ou com processos erosivos, recomenda-se inicialmente o plantio total somente com espécies de recobrimento (Nature Conservancy, 2016). No entanto, para que uma metodologia de implantação seja adequada, é necessário que ela seja embasada em princípios que garantam a substituição gradual de espécies, feita com elevada diversidade de espécies, passível de implantação no campo em pequenas e grandes escalas e que promova a mais rápida e eficiente cobertura florestal da área em processo de restauração, reduzindo assim, os custos de manutenção (Nature Conservancy, 2016).

Geralmente é feito uma mistura com espécies arbóreo-arbustivas e leguminosas comumente utilizadas para adubação verde (Nature Conservancy, 2016).

As mesmas técnicas usadas para a semeadura direta podem ser aplicadas utilizando o banco de sementes oriundos de um fragmento florestal que será suprimido. Para retirar esse banco de sementes, basta raspar uma camada de aproximadamente 10 cm de solo superficial juntamente com a serapilheira. Esse mesmo material poderá ser espalhado em áreas 10 a 20 vezes maior que a área onde foi retirado (Instituto BioAtlântica, 2009).

Replantio

Sessenta dias após o plantio deverá ser feita uma inspeção em toda a área, verificando falhas e o vigor vegetativo das plantas, procedendo-se ao plantio nas áreas de falhas (AGB Peixe Vivo, 2016b).

Manejo

Nos primeiros anos após a semeadura direta é necessário manejar as áreas para garantir o estabelecimento das plântulas de árvores e controlar os capins exóticos que nascem a cada estação de chuva. O plantio em linhas permite esse manejo. Com espaço de 3 metros é possível fazer uma roçada mecânica entre as linhas. Com espaçamento de 50 cm é possível utilizar cultivador e capina manual (Rede de Sementes do Cerrado, 2013).

O manejo de áreas de plantio por semeadura direta em área total para controlar as espécies invasoras, caso realmente necessário, deve ser realizado com muito cuidado por meio de capina com enxada. Neste caso deve-se buscar atingir apenas as moitas das espécies exóticas e preservar as plantas nativas semeadas. (Rede de Sementes do Cerrado, 2013).

4.5.3.4.2. Recursos técnicos e maquinaria

Para execução desta técnica são necessários os seguintes recursos técnicos, para além dos que sejam aplicáveis referenciados na secção 4.5.3.3.2:

- Corretores do solo;
- Adubos;
- Sementes viáveis de espécies nativas.

Para execução destas técnicas será necessária a seguinte maquinaria, para além dos que sejam aplicáveis referenciados na secção 4.5.3.3.2:

- Escarificador;
- Grade aradora;
- Arado de aiveca;
- Subsolador;
- Lançadora ou cultivador manual;
- Grade niveladora
- Roçador mecânico ou enxada.

4.5.3.4.3. Recursos humanos

Para execução destas técnicas são necessários os seguintes recursos humanos:

- Técnico com experiência em intervenções com vegetação, para direção e supervisão das obras;
- Mão-de-obra especializada em intervenções com vegetação.

4.5.4. Cronograma de execução

Na Figura 60 apresenta-se o cronograma indicativo do desenvolvimento e execução do projeto piloto de “recomposição da vegetação em cabeceiras”.

Figura 60 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “recomposição da vegetação em cabeceiras”

Ano	1	2	3	4	5
Estudos e planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados)					
Isolamento ou retirada de fatores de degradação					
Condução da regeneração natural					
Viabilização do recobrimento da área a ser restaurada					
Enriquecimento da área recoberta					

Os efeitos visíveis da revitalização dependem das intervenções que forem necessárias e do sucesso da sua implementação. Serão necessárias ações de manutenção e manejo, indicadas nas seções 4.5.3.3.1 e 4.5.3.4.1, que contribuirão para o maior sucesso das intervenções.

4.5.5. Orçamento estimado

O orçamento para o projeto piloto dependerá do conhecimento mais preciso da área, com base em levantamentos no terreno, das técnicas a aplicar e do encaminhamento a dar à restauração ecológica, bem como das opções que forem sendo tomadas no escopo da metodologia apresentada na Figura 51. No Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62 apresentam-se valores de referência obtidos para operações de restauração ecológica e florestal.

Quadro 16 – Valores de referência para as ações de restauração ecológica

Ação	Unidade	Preço unitário (R\$)
Cercamento	km	1.300
Condução da regeneração natural	Ha	1.000
Enriquecimento	Ha	3.300
Plantio total	Ha	6.300

Atividades operacionais	Quantidade		Custo total/ha
	HH/ha	HM/ha	R\$
Controle de formigas cortadeiras	1,5	-	7,50
Limpeza geral da área ¹	-	1	120,00
Aplicação de herbicida ²	-	1	120,00
Abertura de oovas ³	-	2	240,00
Plantio ⁴	-	1	120,00
Custo total em atividades operacionais (A)			R\$ 607,50
Insumos	Quantidade	Custo unitário	Custo total/ha
Isoa formicida (kg)	3,5	12,00	42,00
Herbicida (L)	3,5	15,00	52,50
Sementes ⁵ (kg)	60	25,00	1.500,00
Custo total em insumos (B)			R\$ 1.594,50
Custo total (A+B)			R\$ 2.202,00
Observações: - Custo Hora Homem (HH) = R\$5,00 e; - Custo Hora Máquina (HM) = R\$120,00. Legenda: 1 – Trator com roçadeira central; 2 – Trator com tanque pulverizador com barra; 3 – Subsolação em linhas de plantio; 4 – Trator com plantadeira de precisão; 5 – Mixer 1:1 de sementes nativas com sementes leguminosas.			

Fonte: Nature Conservancy (2016)

Figura 61 – Custo estimado para a restauração florestal via semeadura direta em linhas de plantio, para a região do Alto Teles, MT

Atividades operacionais	Quantidade		Custo total/ha
	HH/ha	HM/ha	R\$
Controle de formigas cortadeiras	1,5		7,50
Limpeza geral da área ¹		1	120,00
Aplicação de herbicida ²		1	120,00
Incorporação de resíduos ³		2	240,00
Plantio ⁴		2	240,00
Custo total em atividades operacionais (A)			R\$ 727,50
Insumos	Quantidade	Custo unitário	Custo total/ha
Isoa formicida (kg)	3,5	12,00	42,00
Herbicida (L)	3,5	15,00	52,50
Sementes ⁵ (kg)	60	25,00	1.500,00
Custo total em insumos (B)			R\$ 1.594,50
Custo total (A+B)			R\$ 2.322,00
Observações: - Custo Hora Homem (HH) = R\$5,00 e; - Custo Hora Máquina (HM) = R\$120,00.			
Legenda: 1 – Trator com roçadeira central; 2 – Trator com tanque pulverizador com barra; 3 – Subsolação em linhas de plantio; 4 – Trator com plantadeira de precisão; 5 – Mixer 1:1 de sementes nativas com sementes leguminosas.			

Fonte: Nature Conservancy (2016)

Figura 62 – Custo estimado para a restauração florestal via semeadura direta a lanço, para a região do Alto Teles, MT

No Quadro 17 apresenta-se estimativa orçamental indicativa para implantação do projeto-piloto em 50% da área ocupada pelo uso do solo “cobertura vegetal” das áreas elegíveis (que corresponde a uma extensão de 21% das áreas elegíveis; meta definida para o presente projeto-piloto, tal como descrito na seção 4.5.7 Indicadores e metas), consoante o tipo de intervenção constante no Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62. Recorde-se que as áreas elegíveis para implantação do presente projeto-piloto (seção 4.5.1 Local e suas características) são:

- Bacias prioritárias para o presente projeto-piloto: 1, 2, 3, 5, 10, 12, 14 e 16: **59.324 hectares**;
- Áreas de cabeceira dessas bacias: **10.606 hectares** (18% da área das bacias prioritárias), existentes em cinco das oito bacias: 1, 2, 3, 10 e 16;
- Áreas com degradação da biodiversidade baixa, média ou alta, nas cabeceiras das bacias prioritárias: **9.891 hectares** (17% da área das bacias prioritárias);

Considerando ainda a meta (seção 4.5.7 Indicadores e metas) de implementar o projeto-piloto em metade das áreas ocupadas pelo uso do solo “cobertura vegetal”, tem-se:

- Metade da área total com uso do solo “cobertura vegetal”: total = 2.054 hectares; metade da área total = **1.027 hectares** (1,7% da área das bacias prioritárias; 10,4% da extensão de área elegível)

Quadro 17 – Estimativa orçamental, para intervencionar 50% das áreas com cobertura vegetal em área elegível por tipo de intervenção de restauração apresentada no Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62

Tipo de intervenção / BP	BP1	BP2	BP3	BP10	BP16
Área Cobertura Vegetal (ha)	683,92	24,80	121,68	18,62	178,02
Condução da regeneração natural (R\$)	683.923,59	24.800,57	121.679,03	18.619,76	178.019,77
Enriquecimento (R\$)	2.215.303,75	80.331,76	394.131,78	60.311,47	576.625,63
Plantio total (R\$)	4.263.258,24	154.595,07	758.489,91	116.066,86	1.109.691,60
Semeadura direta em linhas de plantio (R\$)	1.505.999,75	54.610,84	267.937,23	41.000,72	391.999,54
Semeadura direta a lanço (R\$)	1.588.070,58	57.586,91	282.538,72	43.235,09	413.361,91

No Quadro 18 apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Extensão de área a intervencionar (valores aproximados)**: 700 ha (bacia prioritária 1); 25 ha (bacia prioritária 2); 150 ha (bacia prioritária 3), 20 ha (bacia prioritária 10) e 200 ha (bacia prioritária 16) perfazendo um total de cerca de 1.000 ha correspondentes a 10% das áreas elegíveis;
- **Área de implantação**: áreas a seleccionar no interior das bacias prioritárias 1, 2, 3, 10 e 16;
- **Atividades no 1º ano**: ações de planeamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual**: 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 18 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “recomposição da vegetação em cabeceiras” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Isolamento ou retirada dos fatores de degradação	0	64	0	0	0	63
Condução da regeneração natural	0	435	308	0	0	743
Viabilização do recobrimento da área a ser restaurada	0	0	1.505	3.190	0	4.694
Enriquecimento da área coberta	0	0	0	0	1.400	1.400
	0	499	1.812	3.190	1.400	6.900

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “recomposição da vegetação em cabeceiras” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **7 milhões de reais**.

4.5.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundo Nacional do Meio Ambiente;
 - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
 - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);
- Financiamento privado:

- Programas de apoio de ONGs (Click Árvore; Florestas do Futuro) (Young e Bakker, 2015).

Adicionalmente, podem ser estudadas formas de financiamento baseadas no mecanismo REDD+. O REDD+ tem o objetivo de prover incentivos financeiros a países em desenvolvimento por seus resultados no combate ao desmatamento e à degradação florestal. Desta forma, a iniciação de um programa de recomposição da vegetação poderia obter financiamento nacional e internacional com base neste mecanismo (através do aumento da estocagem de CO₂).

4.5.7. Indicadores e metas

A área a intervencionar em 5 anos deverá ser de **1.027 ha**, distribuídos do seguinte modo pelas bacias prioritárias:

- BP1 - 684 ha
- BP2 - 25 ha
- BP3 – 122 ha
- BP10 - 19 ha
- BP16 – 178 ha

Bioflora Tecnologia da Restauração (2016) define um protocolo de monitoramento para projetos de restauração ecológica, com o objetivo de fazer um monitoramento periódico das áreas a recuperar e verificar se elas estão dentro da trajetória desejada de restauração, ou devem ser tomadas medidas de correção para a que restauração se concretize e a área possa ser regularizada. Neste escopo, são também estabelecidas metas, que são consideradas neste projeto piloto (Quadro 19), tendo em conta a escala de tempo e evolução da restauração do ecossistema. Este protocolo de monitoramento vai além dos 5 anos da implementação do projeto piloto, mas deve ser considerado para monitoramento posterior do sucesso das intervenções executadas nesse período.

Quadro 19 – Indicadores e metas para os projetos de restauração ecológica

Meta	Prazo	Indicador	Fonte
30% da área intervencionada em processo de restauração	7 anos	Sinais de perturbações Número de morfoespécies Estrutura: cobertura de copas Presença de espécies lenhosas exóticas invasoras (ver Quadro 20)	Promotores das intervenções, com base em informações de técnicos qualificados
60% da área intervencionada em processo de restauração	13 anos		
90% da área intervencionada em processo de restauração	19 anos		
100% da área intervencionada em processo de restauração	20 anos		

Quadro 20 – Indicadores para monitoramento das áreas restauradas

Indicador	Descrição	Nível de adequação		
		Adequado	Intermediário	Inadequado
Sinais de perturbações	Sinais de perturbações que estão impedindo o desenvolvimento normal da vegetação nativa na área. Deve ser registrada a porcentagem da área a ser recuperada acometida por essas perturbações	Não se observam ou não comprometem mais de 5% da área	Comprometem entre 5 % e 30% da área	Em mais de 30% da área
Número de morfoespécies	Número de espécies arbustivo-arbóreas identificadas por nome científico, nome popular, ou que podem ser claramente distinguidas umas das outras por meio de aspectos morfológicos	Acima de 50	Entre 20 e 50	Abaixo de 20
Estrutura: cobertura de copas	Estimativa da cobertura exercida pelo conjunto das copas das árvores e arbustos no terreno, em cinco pontos diferentes, distribuídos aleatoriamente na área em restauração, obtendo-se a média entre eles	Acima de 80%	Entre 50 e 80%	Abaixo de 50%
Presença de espécies lenhosas exóticas invasoras	Observar se há espécies exóticas invasoras	Ausência	-	Presença

Fonte: adaptado de Bioflora Tecnologia da Restauração, 2016

4.6. Recomposição da vegetação em zonas baixas

A recomposição da cobertura vegetal consiste num conjunto de ferramentas que favoreçam o recobrimento de determinada área degradada por vegetação. Esta vegetação pode ou não possuir porte arbóreo, ser ou não composta por espécies nativas da região e desempenhar ou não funções produtivas (SEMA, 2017).

É inegável a importância que têm as linhas de água e as zonas em seu entorno, sendo classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) no escopo da Lei n.º 12.651 de 2012. A definição de APP, dada pela própria lei, é a seguinte: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

São consideradas Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de (Lei n.º 12.651):

- 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Face à relevância das zonas de baixa, propõe-se o desenvolvimento de um projeto piloto de recomposição da vegetação nas bacias prioritárias para onde foram definidas estratégias de revitalização de reposição da continuidade ecológica.

4.6.1. Local e suas características

No produto RP6 'Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização', propuseram-se estratégias de revitalização por microbacia prioritária, sendo a 'reposição da continuidade ecológica' através da recomposição da vegetação, proposta para seis microbacias:

- Bacia prioritária 1 (BP1/757492)
- Bacia prioritária 2 (BP2/757482)
- Bacia prioritária 3 (BP3/757484)
- Bacia prioritária 5 (BP5/757485)
- Bacia prioritária 10 (BP10/757487)
- Bacia prioritária 12 (BP12/757444)
- Bacia prioritária 14 (BP14/757467)
- Bacia prioritária 16 (BP16/757494)

Das microbacias anteriores, seis coincidem ou estão contíguas com a rede hidrográfica principal: BP1, BP2, BP3, BP5, BP10 (rio Colônia) e BP14 (rio Salgado).

Nas figuras seguintes apresenta-se, para as seis bacias prioritárias:

- O **uso da terra** (mapa apresentado no produto RP1);
- As **classes de cobertura vegetal** (mapa apresentado no produto RP1);
- A **degradação da biodiversidade** (mapa apresentado no produto RP6); as áreas com potencial para serem sujeitas a recuperação ambiental (através da recomposição da vegetação), que correspondem às zonas com degradação da biodiversidade baixa a alta.

Considera-se para análise das zonas baixas, uma faixa de 200 metros para cada lado da rede hidrográfica principal.

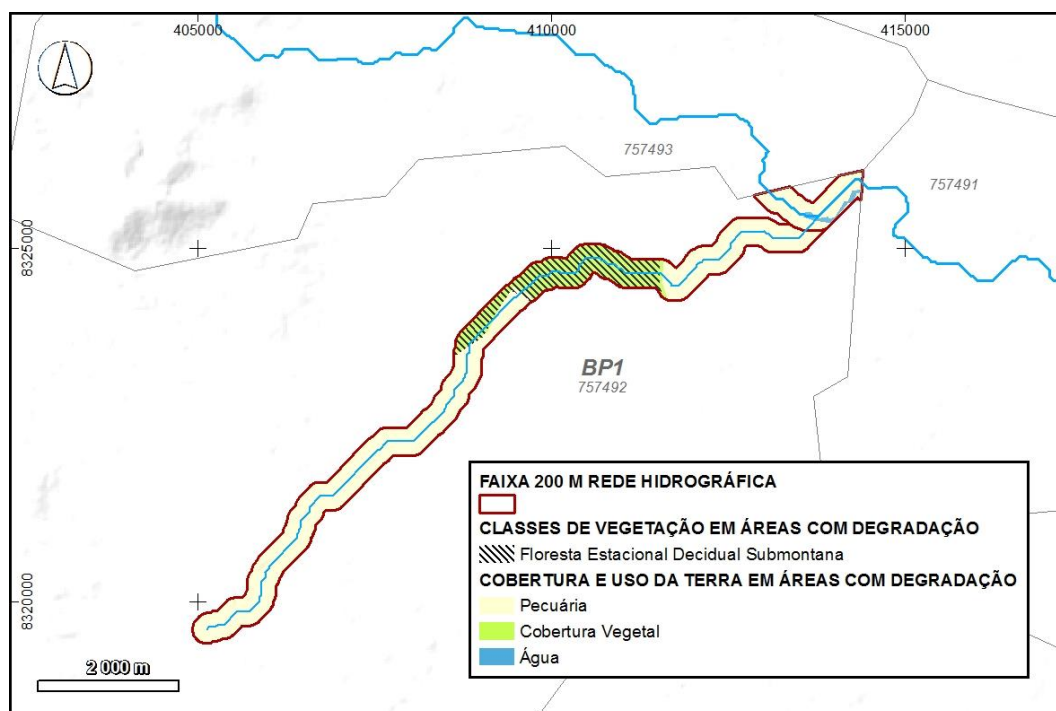


Figura 63 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas no entorno da rede hidrográfica principal da BP1

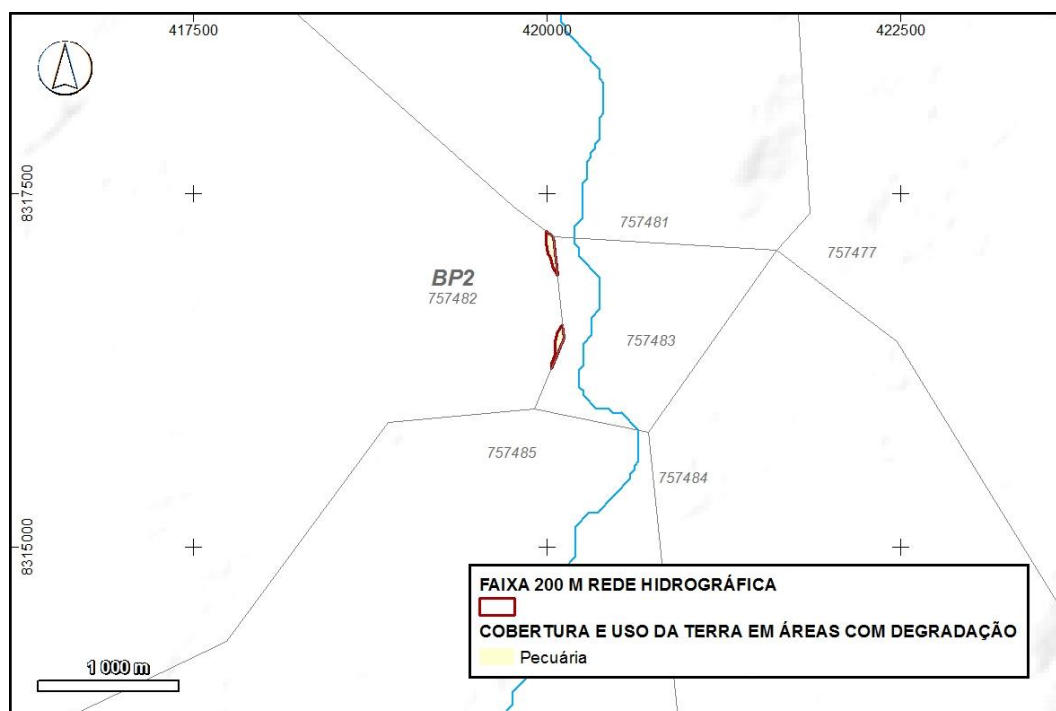


Figura 64 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP2

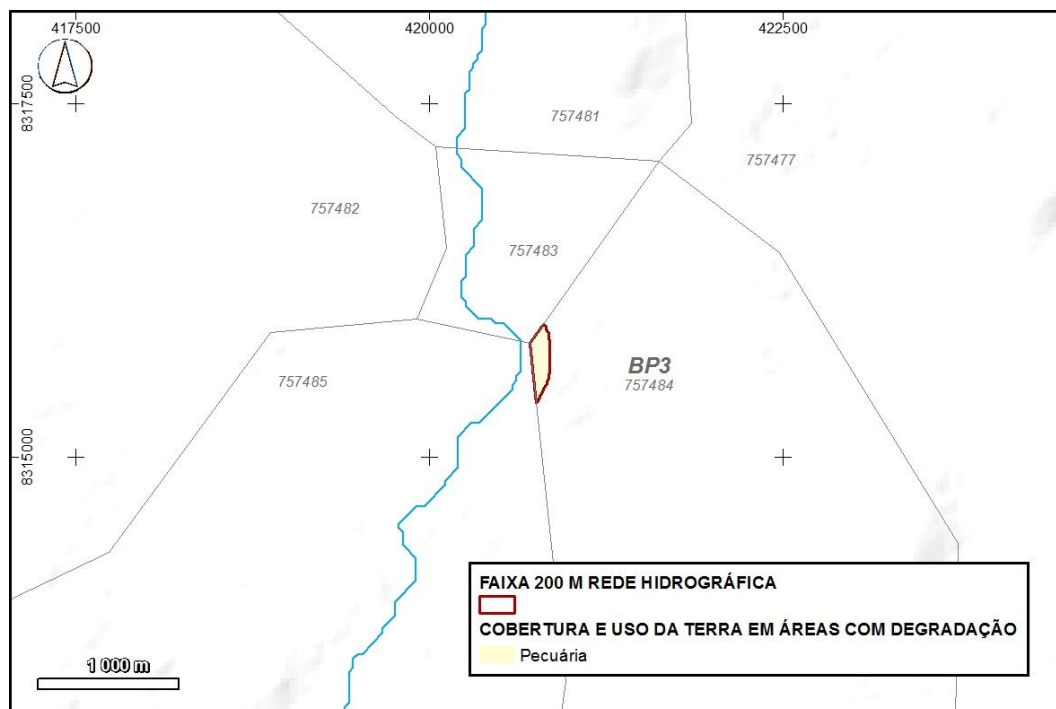


Figura 65 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP3

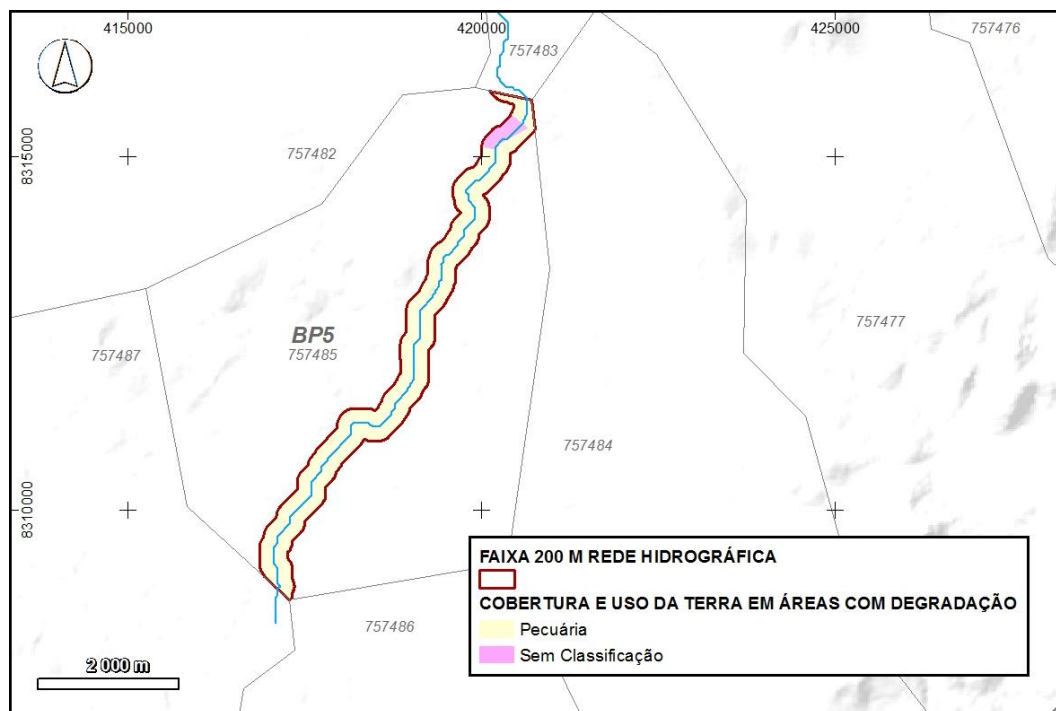


Figura 66 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP5

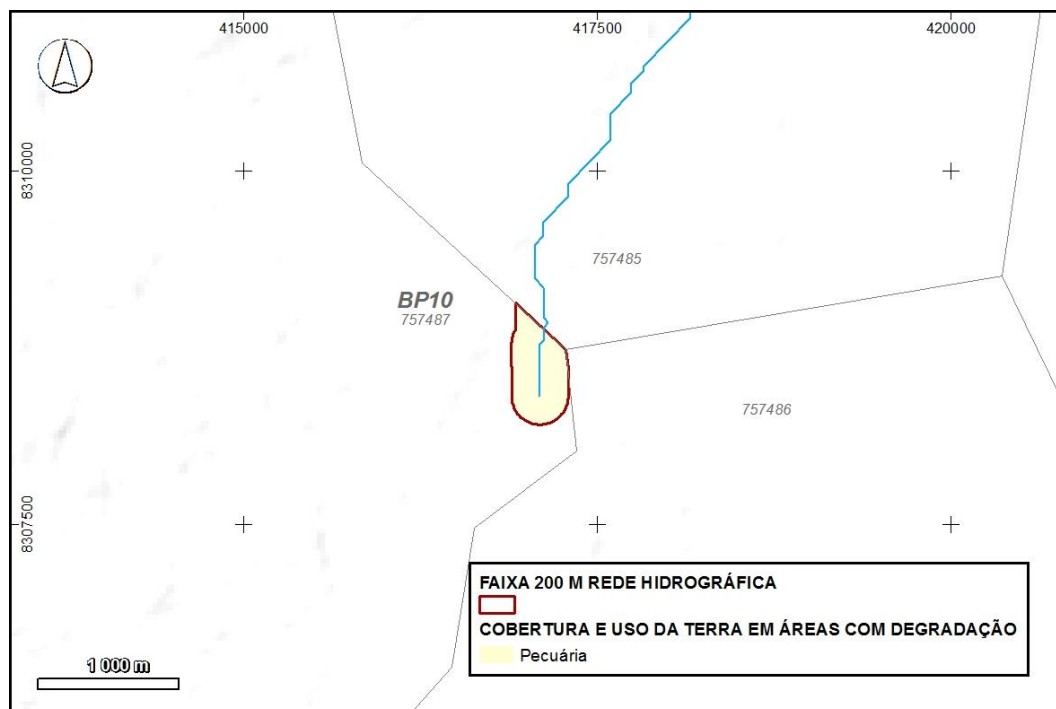


Figura 67 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP10

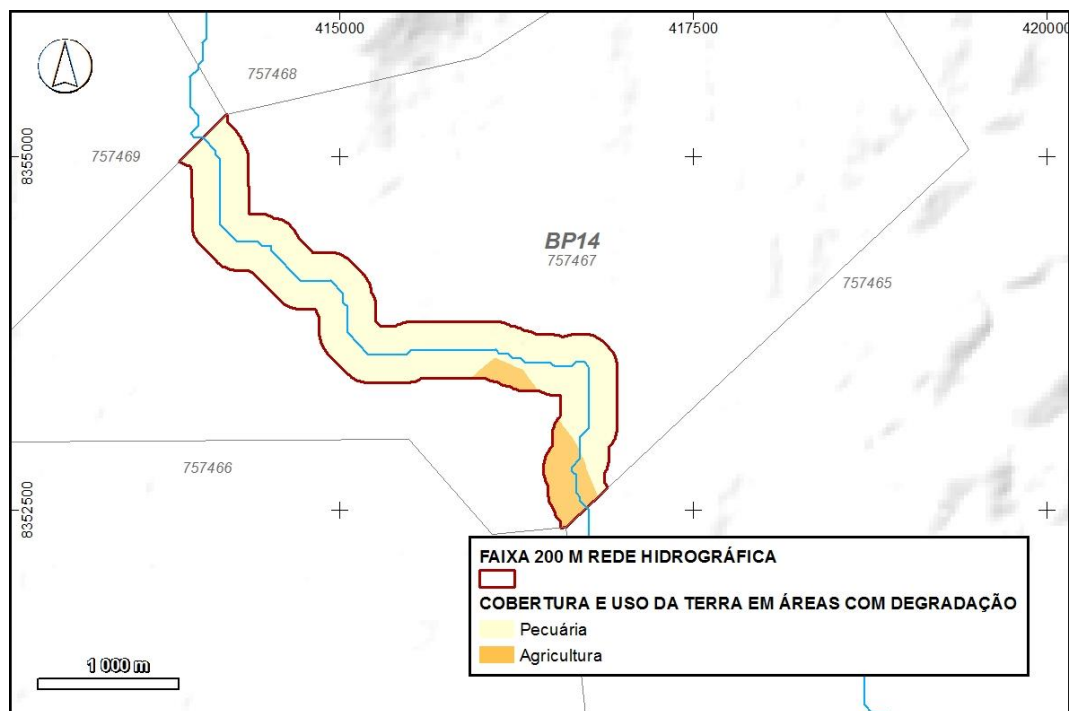


Figura 68 – Áreas com potencial para serem sujeitas a ‘recomposição da vegetação em zonas baixas’ no entorno da rede hidrográfica principal da BP14

Nos quadros seguintes apresenta-se a síntese dos elementos representados nas figuras anteriores, para as bacias prioritárias, com referência às respectivas áreas.

Quadro 21 – Áreas das bacias e do entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal

Bacia Prioritária	Área da BP (ha)	Entorno da rede hidrográfica principal (ha)	% da BP
BP1	23.415	547	2,3%
BP2	9.663	2	0,0%
BP3	4.772	5	0,1%
BP5	2.936	349	11,9%
BP10	5.153	26	0,5%
BP12	4.060	0	0,0%
BP14	1.696	195	11,5%
BP16	7.630	0	0,0%

Como se pode verificar, são a BP5 e a BP14 que abrangem, de forma mais expressiva, a rede hidrográfica principal e seu entorno. A BP12 e BP16 não possuem área de entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal.

Quadro 22 – Usos do solo no entorno da rede hidrográfica principal

Uso do solo	BP1 (ha)	BP2 (ha)	BP3 (ha)	BP5 (ha)	BP10 (ha)	BP14 (ha)
Agricultura (cacau em cabruca)	0	0	0	0	0	44
Água	11	0	0	0	0	6
Cobertura Vegetal	231	0	0	0	0	55
Pecuária	851	4	10	670	51	1.137
(sem classificação)	0	0	0	28	0	14
Total	1.094	4	10	699	51	1.257

No que se refere aos usos do solo, domina a pecuária em todas as bacias prioritárias.

Quadro 23 – Degradação da biodiversidade no entorno da rede hidrográfica principal

Classe de degradação	BP1 (ha)	BP2 (ha)	BP3 (ha)	BP5 (ha)	BP10 (ha)	BP14 (ha)
Classe 1 – Degradação alta	484	2	5	335	26	1.026
Classe 2 – Degradação intermédia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,2
Classe 3 – Degradação baixa	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Classe 4 – Sem degradação	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	547	2	5	335	26	1.047

A classe de degradação alta é a mais extensa (1.878 ha). As restantes classes ocupam áreas pouco expressivas: 21 ha têm degradação intermédia, 63 ha têm degradação baixa e nenhuma área localizada no entorno da rede hidrográfica principal foi classificada “sem degradação”. Considerando as microbacias, em todas a classe dominante é “degradação alta”.

Quadro 24 – Áreas elegíveis para recomposição da vegetação em zonas baixas, por classe de degradação, por uso do solo/vegetação e por bacia

Classe de degradação / Uso do solo	BP1 (ha)	BP2 (ha)	BP3 (ha)	BP5 (ha)	BP10 (ha)	BP14 (ha)
Classe 1 – Degradação alta	483,9	2,0	5,0	335,2	25,6	1.025,9
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
Água	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
Cobertura Vegetal	55,4	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4
Pecuária	423,0	2,0	5,0	335,2	25,6	963,8
Sem Classificação	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	14,2
Classe 2 – Degradação intermédia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,2
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0
Pecuária	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Classe 3 – Degradação baixa	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	60,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pecuária	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total das classes	547,0	2,0	5,0	349,4	25,6	195,4

Classe de degradação / Uso do solo	BP1 (ha)	BP2 (ha)	BP3 (ha)	BP5 (ha)	BP10 (ha)	BP14 (ha)
Agricultura (plantações de cacau)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2
Água	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura Vegetal	115,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pecuária	425,7	2,0	5,0	335,2	25,6	173,2
Sem classificação	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	0,0

Assim, as **áreas elegíveis para restauração ecológica através de recomposição da vegetação em zonas baixas** são as que obedecem cumulativamente às seguintes condicionantes:

- **Bacias prioritárias** para o presente projeto-piloto: 1, 2, 3, 5, 10 e 14: **47.634 hectares** (bacias prioritárias 12 e 16 excluídas por não possuírem áreas de entorno da rede hidrográfica principal);
- Áreas de **entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal** dessas bacias: **1.124 hectares** (2,4% da área das seis bacias prioritárias que possuem áreas de entorno da rede hidrográfica principal);
- Áreas com **degradação da biodiversidade** baixa, média ou alta, nas áreas de entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal das bacias prioritárias: **1.962 hectares** (cerca de 4% da área das bacias prioritárias que possuem áreas de entorno da rede hidrográfica principal).

Dentro das áreas elegíveis, verifica-se que as áreas com potencial para serem sujeitas a restauração ecológica, correspondem, a 44 ha de agricultura (plantações de cacau), 17 ha de água, 287 ha de cobertura vegetal e 2.724 ha de pecuária.

4.6.2. Objetivo do projeto-piloto

O projeto-piloto de recomposição da vegetação em zonas baixas tem como objetivo diminuir a fragmentação da paisagem natural existente através da melhoria das áreas degradadas em termos de biodiversidade, restabelecendo determinadas condições naturais, através da promoção da recomposição da vegetação, dando resposta à estratégia de revitalização 'reposição da continuidade ecológica' definida no produto RP6 'Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização'.

4.6.3. Metodologia

A metodologia e as técnicas / ações a utilizar neste projeto piloto são as mesmas que foram indicadas para o projeto piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras (secção 4.5.3).

4.6.4. Cronograma de execução

O cronograma de execução para o este projeto piloto é similar ao do projeto piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras (secção 4.5.4).

4.6.5. Orçamento estimado

À semelhança do que foi referido para o projeto piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras, as técnicas a aplicar e o encaminhamento a dar à recomposição da vegetação em zonas baixas dependerão do conhecimento mais preciso da área, com base em levantamentos no terreno, bem como das opções que forem sendo tomadas no escopo da metodologia apresentada na Figura 51. Por esse motivo, com base nos valores de referência constantes no Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62, no Quadro 25 apresenta-se a estimativa orçamental indicativa, para implantação do projeto-piloto em 50% das áreas elegíveis (meta definida na seção 4.6.7 Indicadores e metas), consoante os tipos de intervenção contemplados na Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62. Recorde-se que as áreas elegíveis para implantação do presente projeto-piloto (seção 4.6.1 Local e suas características) são:

- Bacias prioritárias para o presente projeto-piloto: 1, 2, 3, 5, 10 e 14: **47.634 hectares** (bacias prioritárias 12 e 16 excluídas por não possuírem áreas de entorno da rede hidrográfica principal);
- Áreas de entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal dessas bacias: **1.124 hectares** (2,4% da área das seis bacias prioritárias que possuem áreas de entorno da rede hidrográfica principal);
- Áreas com degradação da biodiversidade baixa, média ou alta, nas áreas de entorno (faixa de 200 m) da rede hidrográfica principal das bacias prioritárias:

1.962 hectares (cerca de 4% da área das bacias prioritárias que possuem áreas de entorno da rede hidrográfica principal).

Considerando ainda a meta (seção 4.6.7 Indicadores e metas) de implementar o projeto-piloto em metade das áreas elegíveis, tem-se:

- Metade das áreas elegíveis: **980 hectares** (2% da área das bacias prioritárias que possuem áreas de entorno da rede hidrográfica principal)

Quadro 25 – Estimativa orçamental, para implementação do projeto-piloto “recomposição da vegetação em zonas baixa” em 50% das áreas elegíveis, por tipo de intervenção de restauração apresentado no Quadro 16, na Figura 61 e na Figura 62

Tipo de intervenção / BP	BP1	BP2	BP3	BP5	BP10	BP14
Área degradada (ha)	273	1	2	168	13	524
Condução da regeneração natural (R\$)	273.480	1.016	2.498	167.604	12.801	523.563
Enriquecimento (R\$)	885.833	3.290	8.092	542.887	41.464	1.695.878
Plantio total (R\$)	1.704.747	6.331	15.573	1.044.763	79.796	3.263.645
Semeadura direta em linhas de plantio (R\$)	602.203	2.237	5.501	369.063	28.188	1.152.886
Semeadura direta a lanço (R\$)	635.021	2.358	5.801	389.176	29.724	1.215.713

No quadro seguinte apresenta-se o orçamento anual e total do presente projeto-piloto. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Extensão de área a intervencionar:** 273 ha (bacia prioritária 1); 1 ha (bacia prioritária 2); 2 ha (bacia prioritária 3); 168 ha (bacia prioritária 5); 13 ha (bacia prioritária 10); 524 ha (bacia prioritária 14), perfazendo um total de cerca de 980 ha correspondentes a 50% das áreas elegíveis;
- **Área de implantação:** áreas a selecionar no interior das bacias prioritárias 1, 2, 3, 5, 10 e 14 (seção 4.6.1 Local e suas características);

- **Atividades no 1º ano:** ações de planejamento (escolha dos locais e contatos com interessados);
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 26 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “recomposição da vegetação em zonas baixas” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Isolamento ou retirada dos fatores de degradação	0	77	0	0	0	77
Condução da regeneração natural	0	416	294	0	0	710
Viabilização do recobrimento da área a ser restaurada	0	0	1.437	3.047	0	4.484
Enriquecimento da área coberta	0	0	0	0	1.337	1.337
TOTAL	0	492	1.731	3.046	1.337	6.607

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “recomposição da vegetação em zonas baixas” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **6,6 milhões de reais**.

4.6.6. Alternativas de financiamento

As alternativas de financiamento do presente projeto estão relacionadas diretamente ao já especificado na seção 4.5.6 Alternativas de financiamento.

4.6.7. Indicadores e metas

A área a intervencionar em 5 anos deverá ser de 980 ha, distribuídos do seguinte modo pelas bacias prioritárias:

- BP1 – 273 ha (50% da área elegível da microbacia)
- BP2 – 1 ha (50% da área elegível da microbacia)
- BP3 – 2 ha (50% da área elegível da microbacia)
- BP5 – 168 ha (50% da área elegível da microbacia)
- BP10 – 13 ha (50% da área elegível da microbacia)
- BP14 – 524 ha (50% da área elegível da microbacia)

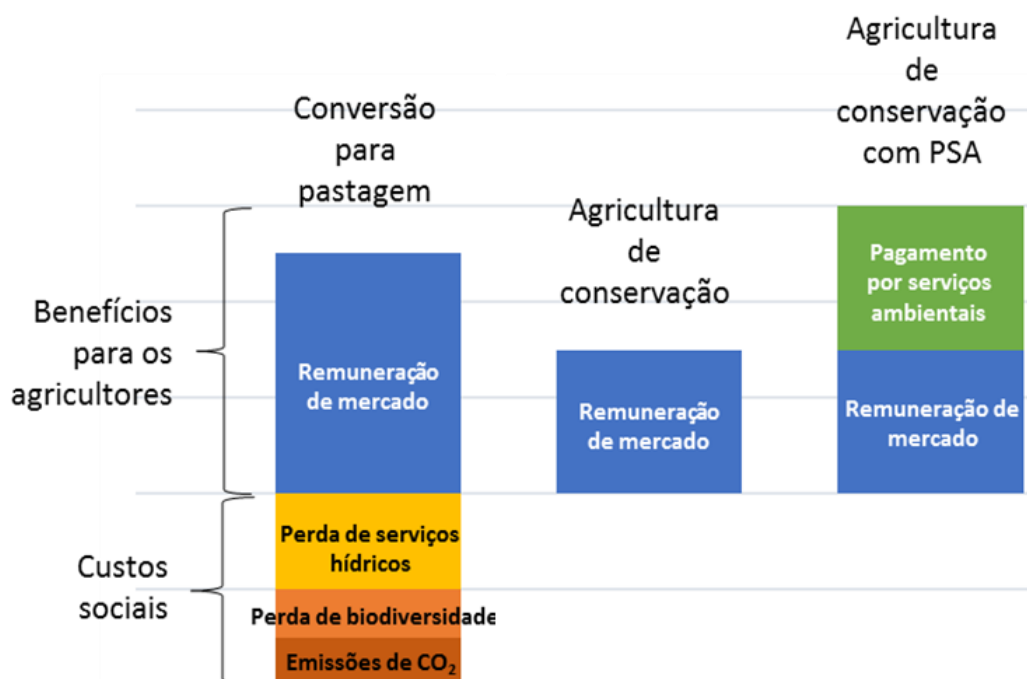
Deverá ainda ser considerado o protocolo de monitoramento, tal como referido para o projeto piloto de recomposição da vegetação em cabeceiras (secção 4.5.7).

4.7. PSA “cacau cabruca”

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) “cacau cabruca” é um projeto-piloto que se enquadra no grupo dos mecanismos e técnicas inovadoras de promoção da conservação. Estes mecanismos surgiram como resposta inovadora numa fase em que se começaram a ouvir críticas aos mecanismos clássicos de proteção, que não eram suficientemente eficazes; estes consistiam em produzir leis para impor a conservação das áreas mais sensíveis (por exemplo: matas ciliares) e em estabelecer áreas protegidas de vários âmbitos. Assim, nas décadas mais recentes surgiram outras formas de promoção da conservação e/ou de incentivo à revitalização, onde se insere o PSA.

O PSA é um instrumento baseado no mercado para financiamento da conservação que considera os princípios do usuário-pagador e provedor-recebedor, pelos quais aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais (como os usuários de água limpa) devem pagar por eles, e aqueles que contribuem para a geração desses serviços (como os usuários de terra a montante) devem ser compensados por proporcioná-los (Pagiola, *et al.*, 2013).

O princípio do provedor-recebedor tem origem numa falha de mercado que consiste em não remunerar as externalidades positivas criadas por atividades como por exemplo agricultura de conservação e proteção de nascentes. Por outro lado, atividades com externalidades negativas não vêm os seus custos sociais refletidos na sua remuneração. Esta realidade cria um incentivo para práticas agrícolas menos sustentáveis já que não remunera o agricultor pelos seus serviços ambientais e não o onera pelos custos sociais que cria. O pagamento por serviços ambientais procura criar um mecanismo que traduz o valor destas externalidades ambientais positivas em incentivos financeiros para atores locais (Engel *et al.*, 2008), como é possível verificar no exemplo da Figura 69.



Fonte: Adaptado de Engel *et al.* (2008).

Figura 69 – A racionalidade econômica dos pagamentos por serviços ambientais

De acordo com Altmann *et al.* (2015), existem quatro elementos essenciais num projeto de Pagamento por Serviços Ambientais:

- Transação voluntária:** a voluntariedade é uma característica primordial de um PSA e o distingue de instrumentos de controle; desta forma, os atores envolvem-se num PSA não pela sua obrigatoriedade, mas pelas vantagens que obtêm (Guedes e Seehusen, 2011);
- Incentivo positivo:** o PSA utiliza um prêmio ou benefício, utilizando desta forma um controle social com ênfase persuasiva em detrimento do controle repressivo; existem duas técnicas base de incentivo positivo (facilitação e retribuição);
- Recuperação, manutenção ou melhora na provisão de um serviço ecossistêmico:** deve ser bem definido tendo em conta que este é o “produto” transacionado num contrato de PSA;
- Condiciona:** refere-se à conexão entre benefício e provisão do serviço ecossistêmico; esta conexão pode ser baseada em *input* (verificação da

conduta desejada) ou baseada em *output* (verificação do resultado desejado).

No caso específico do PSA “cacau cabruca”, propõe-se a adaptação do mecanismo de PSA às áreas de produção agrícola, notadamente à produção de cacau. A escolha da cultura de cacau através do sistema cabruca deve-se às duas seguintes características:

- **Proteção da biodiversidade:** de acordo com Sambuichi *et al.* (2012), apesar de os sistemas de cabruca não possuírem a diversidade específica nem o valor ecológico de um ecossistema florestal natural (sem intervenção humana), a sua presença em áreas de paisagem alterada pelo Homem tem relevância ambiental porque contribui para a heterogeneidade paisagística e pode servir funções de corredor ecológico e de zonas tampão, uma vez que este sistema produtivo habitualmente preserva os exemplares arbóreos originais do bioma florestal onde é instalado;
- **Estocagem de carbono:** Schroth *et al.* (2015) estimaram que 59% do estoque de carbono no sul da Bahia está presente nas plantações de cacau e em particular no sistema cacau-cabruca (está presente em árvores de grande porte que fornecem sombra para as plantas de cacau). Mais, os autores estimam que se o sistema cacau-cabruca fosse intensificado (eliminação de grande parte das árvores de grande porte), cerca de 24% do total de carbono estocado acima do solo no sul da Bahia seria libertado para a atmosfera.

Por fim, é importante salientar que de acordo com o produto RP3 (Tendências de Desenvolvimento), estima-se que a área de plantação de cacau diminua significativamente na bacia do rio Cachoeira nos próximos anos. Em conjunção com a intensificação da cultura do cacau, antecipa-se uma diminuição muito importante da estocagem de carbono na bacia, bem como da biodiversidade, devido à previsão de conversão deste uso do solo em áreas de pecuária ou áreas urbanas.

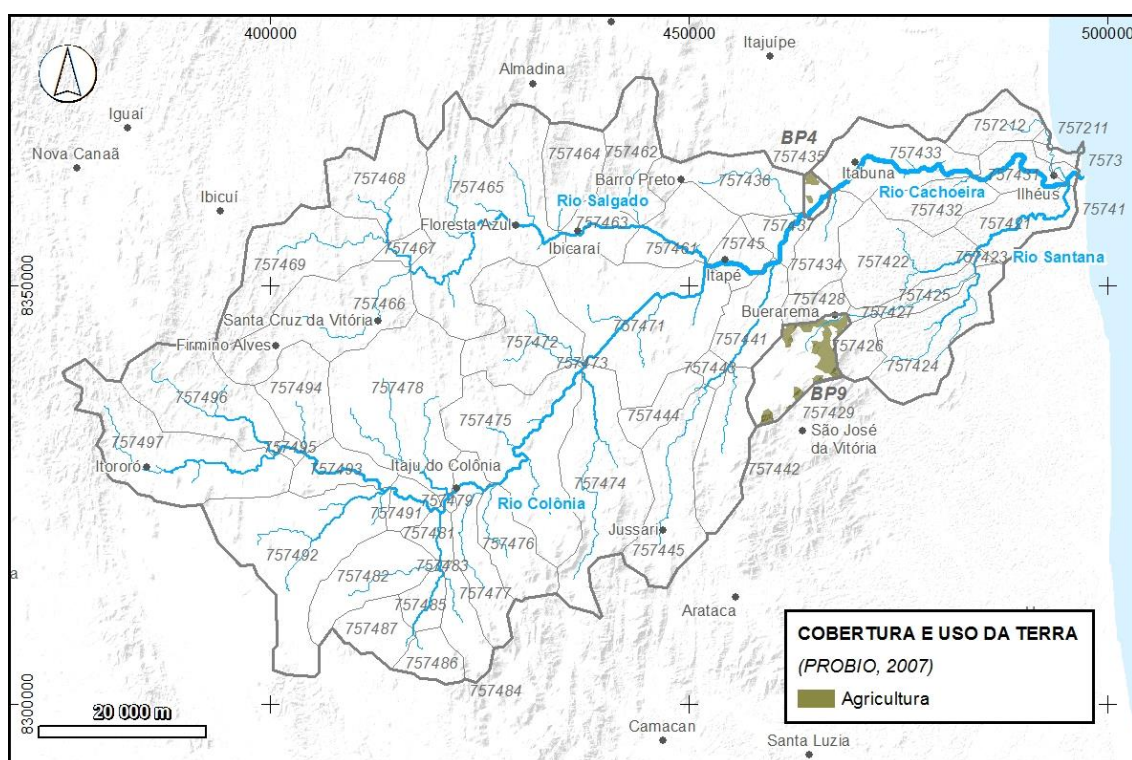
4.7.1. Local e suas características

O PSA “cacau cabruca”, como o próprio nome indica, irá se circunscrever às bacias prioritárias que têm a plantação de cacau como principal atividade econômica primária.

Assim, o projeto piloto PSA “cacau cabruca” deverá se desenvolver nas seguintes bacias prioritárias:

- **Bacia prioritária 4 (BP4 / 757435):** município de Itabuna
- **Bacia prioritária 9 (BP9 / 757429):** município de Itabuna e Buerarema

A identificação das bacias prioritárias para o desenvolvimento do PSA “cacau cabruca” pode ser verificada na Figura 70 (que identifica igualmente as áreas onde este sistema produtivo está implantado, em cada uma das bacias).



Fonte: Nemus/V&S, 2017.

Figura 70 – Áreas de estabelecimento do PSA “cacau cabruca”

Tendo em conta as duas tendências esperadas para os próximos anos na cultura de cacau (diminuição das áreas de cultivo; aumento da intensificação de cultivo), o PSA “cacau cabruca” visa o apoio a agricultores familiares nas áreas identificadas acima, de forma a promover este sistema agroflorestal de forma sustentável.

É de se considerar, contudo, que, para a identificação dos agricultores familiares abrangidos (e suas áreas de cultivo), deve ser realizado um processo de seleção que deve analisar: a área total de cultivo, tipo de cultivo, características do agregado familiar, entre outros.

4.7.2. Objetivo do projeto-piloto

Os objetivos específicos do PSA “cacau cabruca” são:

- Apoiar o sistema agroflorestal cacau-cabruca, promovendo a conservação destas áreas, notadamente em pequenas propriedades agrícolas familiares, de forma a reverter a tendência de diminuição global deste sistema nas bacias prioritárias identificadas;
- Manter o estoque de carbono do sistema agroflorestal cacau-cabruca (que tem uma tendência instalada para diminuir devido à intensificação do seu cultivo), promovendo boas práticas sustentáveis de produção;
- Corrigir uma falha de mercado (a não remuneração das externalidades positivas criadas por atividades como a agricultura de conservação);
- Proteger a biodiversidade para o qual o sistema agroflorestal amplamente contribui;
- Também importante é o objetivo de aumentar o rendimento disponível de pequenos agricultores na bacia do rio Cachoeira, de forma a promover a economia local e a providenciar melhor qualidade de vida para populações rurais.

Assim, o objetivo geral deste projeto-piloto é: premiar as boas práticas de produção de cacau-cabruca para que tenham continuidade e incentivar a revitalização de áreas de cacau-cabruca que foram abandonadas ou que estão em processo inicial de intensificação produtiva (derrube de árvores para aumentar a densidade de plantas de cacau), para impedir que o processo de degradação continue.

4.7.3. Metodologia

O PSA “cacau cabruca” deverá ser aplicado sob a forma contratual. Desta forma, deve ser estabelecido um contrato entre a entidade compradora (neste caso Poder Público

ou entidade da sociedade civil) e a entidade provedora (neste particular, pequenos agricultores familiares com propriedades agrícolas nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.7.1).

O contrato a ser estabelecido entre entidade compradora e entidade provedora deverá cumprir as características identificadas anteriormente: voluntariedade; existência de benefício para provedor; produto – recuperação, manutenção ou melhoria de serviços ecossistêmicos; condicionalidade a resultados positivos. Em seguida são especificadas algumas destas características.

4.7.3.1. Elegibilidade do agricultor

Para participar no projeto, o agricultor deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Ser proprietário de imóvel rural nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.7.1;
- Ter Cadastro Estadual de Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR);
- Possuir no seu imóvel rural florestas primárias/ secundárias e atividades produtivas sustentáveis (sistema Cacau-Cabruca).
- Para além do anterior, o agricultor deverá ter a sua propriedade adequada ambientalmente para poder participar no projeto (ou em fase de adequação); a fórmula de cálculo do valor do PSA deverá refletir esta condição.

4.7.3.2. Produto – recuperação, manutenção ou melhoria de serviços ecossistêmicos

Para se tornar um provedor de serviços ecossistêmicos, o agricultor com propriedade agrícola deve executar as seguintes atividades (Seehusen, 2010):

- Conservação da biodiversidade, incluindo:
 - Proteção de florestas primárias;
 - Proteção de florestas secundárias em estágios médio e avançado de regeneração;
 - Adoção/ continuação de atividades produtivas sustentáveis (sistema Cacau-Cabruca com espécies nativas);

- Proteção de recursos hídricos;
- Aumento/ manutenção do estoque de carbono.

4.7.3.3. Benefício

O valor do benefício a atribuir ao agricultor inscrito no PSA Cacau-Cabruca deverá seguir a metodologia avançada por Seehusen (2010), Young e Bakker (2014) e por Ibirapitanga (2015). Desta forma, é proposta a seguinte fórmula de cálculo do benefício a atribuir ao agricultor inscrito no projeto PSA Cacau-Cabruca:

$$\text{Valor PSA} = C. [1 + V1 + V2 + V3]. A. I_{SE}$$

Em que:

- **C** = Percentual do custo de oportunidade da terra na bacia do rio Cachoeira (25% do valor de arrendamento da terra para pecuária de baixo rendimento);
- **A** = Área total destinada a conservação/ recuperação (área do sistema agroflorestal cabruca);
- **V1** = Conservação da biodiversidade (valorização entre 0 e 2,5);
- **V2** = Práticas agrícolas sustentáveis (valorização entre 0 e 1,5);
- **V3** = Proteção de recursos hídricos (valorização entre 0 e 1);
- **I_{SE}** = Índice socioeconômico (varia entre 0,5 e 1);

Desta forma, o valor máximo que qualquer agricultor pode receber por hectare é igual a 150% do valor de arrendamento da terra para pecuária de baixo rendimento. A classificação dada a V1, V2 e V3 seguirá a metodologia de Young e Bakker (2014) (adaptada à realidade local). Mais, relativamente ao índice socioeconômico será seguido o especificado em Seehusen (2010).

O valor do benefício deverá ser transferido para o agricultor periodicamente (sugere-se de três em três meses), devendo ser reavaliado anualmente (condicionalidade, conferir ponto seguinte).

Por fim, deverá ser avaliada a hipótese de substituir o primeiro pagamento trimestral por um pagamento em espécie, notadamente através da distribuição de mudas saudáveis de cacaueiro.

4.7.3.4. Condicionalidade

Para haver condicionalidade (conexão entre benefício e provisão do serviço ecossistêmico) deverá existir monitoramento periódico do cumprimento dos contratos estabelecidos. Ademais, o monitoramento deverá servir, não só para verificar o cumprimento do estabelecido, mas para conferir eventuais melhorias relativamente à situação de referência (por exemplo: aumento da área destinada à conservação; práticas agrícolas mais sustentáveis; entre outros).

O monitoramento deve servir-se não só de visitas à propriedade, mas também da visualização de imagens de satélite da propriedade. Um relatório técnico de monitoramento deve ser efetuado anualmente (previamente ao início do contrato para estabelecimento da linha de base e posteriormente de forma regular).

4.7.3.5. Recursos humanos e técnicos

Em acordo com o indicado anteriormente, uma pequena equipe técnica deverá ser formada para, exclusivamente, avaliar e monitorar o desenvolvimento do PSA Cacau-Cabruca.

É de esperar que haja apoio técnico de entidades públicas e da sociedade civil, contudo devem ser contratados, especificamente para o efeito, especialistas de georreferenciamento, de agricultura de conservação (em particular referente ao cacau) e financeiros (para cálculo dos valores de PSA).

4.7.4. Cronograma de execução

É proposto o seguinte cronograma de execução para o projeto piloto:

- **Fase de preparação:** nove meses (detalhamento do projeto; formação da equipe técnica; formação do comitê gestor; criação do Fundo de Pagamento por Serviços Ambientais; preparação do edital para seleção dos agricultores);

- **Fase de seleção:** três meses (apresentação e seleção de propostas individuais de agricultores familiares);
- **Fase de execução:** 48 meses (duração dos contratos individuais com agricultores selecionados, com avaliação anual, por forma a concretizar a condicionalidade especificada anteriormente).

Figura 71 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “PSA cacau cabruca”

Ano	1	2	3	4	5
Preparação: Detalhamento do projeto; formação da equipe técnica; formação do comitê gestor; criação do Fundo de Pagamento por Serviços Ambientais; preparação do edital para seleção dos agricultores					
Seleção: apresentação e seleção de propostas individuais de agricultores familiares					
Execução: contratos individuais com agricultores selecionados, com avaliação anual, por forma a concretizar a condicionalidade especificada anteriormente					

De acordo com Altmann *et al.* (2015), para que projetos PSA obtenham mudanças de comportamento e efeitos visíveis, deveriam ser estabelecidos contratos de 5 a 10 anos. Neste particular, contudo, devido a se tratar de um projeto piloto, deverá haver uma fase inicial de execução mais curta para uma avaliação intermédia de todo o projeto.

4.7.5. Orçamento estimado

Nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.7.1, foi estimado em pouco menos de 3 mil hectares, a cobertura agricultura de cacau (verificar produto RP6). Desta forma, o orçamento apresentado em seguida (ver Quadro 27) apresenta estimativas para um

projeto-piloto que abrange cerca de 5% da área total cultivada de cacau. Os pressupostos da estimativa de orçamento são apresentados em seguida:

- **Área total:** 150 hectares;
- Valor médio/hectare/mês no primeiro ano: R\$ 50;
- Orçamento gestão/ monitoramento no primeiro ano: R\$ 20 000;
- **Inflação anual:** 6% (média inflação últimos dez anos).

Quadro 27 – Orçamento estimado para PSA “cacau cabruca” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Valor do PSA	0	90	95	101	107	394
Gestão/ monitoramento	20	21	22	24	25	113
Total	20	111	118	125	132	506

Desta forma, estima-se que o PSA “cacau cabruca” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 500 mil**.

4.7.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundo Nacional do Meio Ambiente;
 - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
 - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);

- Financiamento privado:
 - Contribuições de empresas privadas na cadeia do cacau presentes na bacia do rio Cachoeira (Cargill, Mars, entre outras);
 - Programas de apoio de ONGs (Click Árvore; Florestas do Futuro) (Young e Bakker, 2015).

Para além das possibilidades de financiamento especificadas acima, o início da cobrança pelo uso de água na bacia do rio Cachoeira seria uma forma estável e de longo prazo de financiamento deste tipo de projetos.

Adicionalmente (no caso da impossibilidade de cobrança pelo uso de água na bacia), formas inovadoras de financiamento podem ser estudadas, como por exemplo o repasse de 1% do faturamento das empresas de saneamento na bacia do rio Cachoeira para projetos de recuperação ambiental, como é o caso do PSA Cacau-Cabruca (Altmann *et al.*, 2015).

4.7.7. Indicadores e metas

Para a avaliação do projeto piloto PSA “cacau cabruca”, são propostos os seguintes indicadores:

- Área total com contrato de PSA (meta de 144 hectares após segundo ano do projeto);
- Proporção dos custos de gestão em relação aos custos totais do projeto (inferior a 25% após final do projeto).

Página deixada intencionalmente em branco

4.8. PSA Boas Práticas na Pecuária

Tal como o projeto anterior, o projeto Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) “Boas Práticas na Pecuária” é um projeto-piloto que se enquadra no grupo dos mecanismos e técnicas inovadoras de promoção da conservação. No caso específico do PSA Boas Práticas na Pecuária, propõe-se a adaptação do mecanismo de PSA às áreas de produção de pecuária. Estas áreas não seriam, à partida, elegíveis para aplicação de PSA por serem caracteristicamente áreas muito modificadas e, portanto, assume-se que não prestam serviços ambientais. No entanto, a aplicação de boas práticas ambientais ao regime produtivo demanda menos recursos e energia do ambiente e logo, contribuem para a sua preservação.

Considerando que, muitas vezes, a aplicação de “boas práticas” ambientais aos sistemas produtivos como a pecuária representa custos para os produtores, é importante que seja criado um mecanismo compensador para os que optam por estas alternativas – mais conservadoras dos recursos ambientais – de modo a incentivar cada vez maior adesão a estas metodologias.

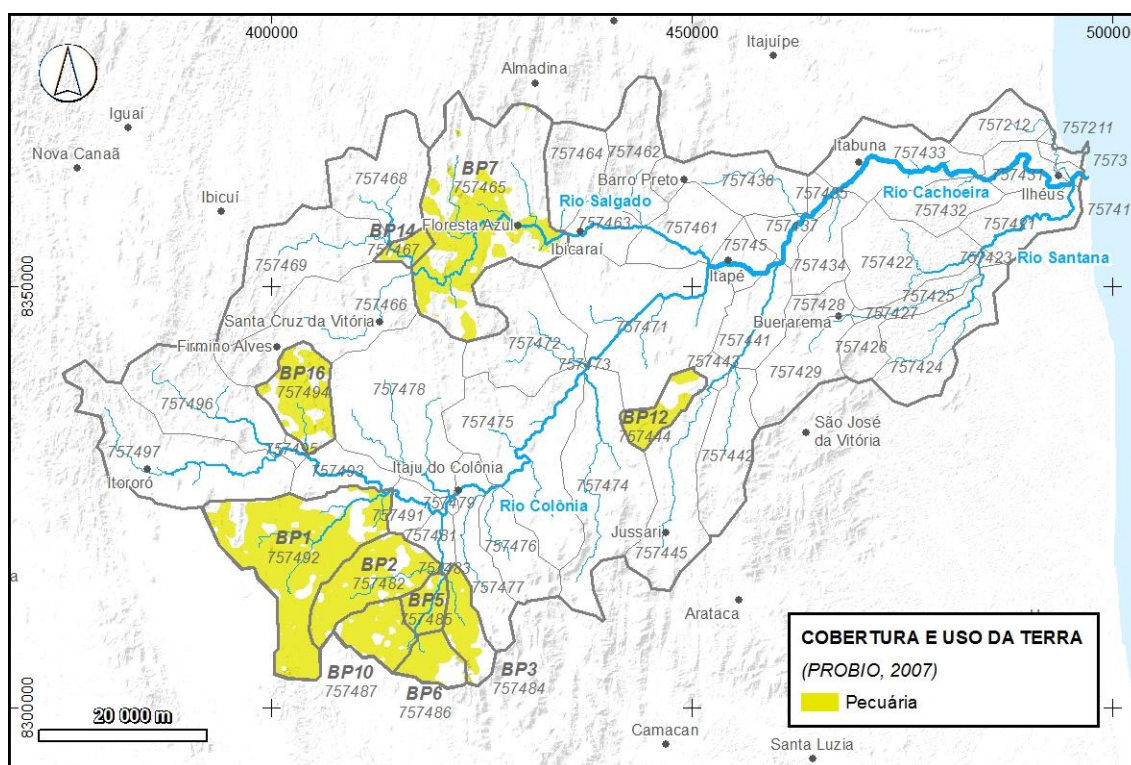
É de notar que, como foi estimado no produto RP3 (Tendências de Desenvolvimento), as áreas destinadas à pecuária devem aumentar na bacia do rio Cachoeira nos próximos anos. O não incentivo a boas práticas de conservação em áreas tão extensas na bacia do rio Cachoeira (como são as áreas destinadas à pecuária) seria negligenciar ambientalmente uma parte muito importante do território. Desta forma, o presente projeto piloto pretende incentivar boas práticas na produção pecuária (Ibirapitanga, 2015), como:

- Conservação:
 - Conservação de áreas com vegetação nativa;
 - Manutenção/ criação de conectividade entre áreas de vegetação nativa;
 - Manutenção/ recuperação das áreas de Reserva Legal;
- Recursos hídricos:
 - Manutenção/ recuperação de Áreas de Proteção Permanente (nascentes; rios; entre outros);
- Produção pecuária:
 - Cercamento de áreas de pasto (no limite com áreas naturais);
 - Recuperação de áreas degradadas por erosão;
 - Tratamento de esgoto e de resíduos sólidos.

4.8.1. Local e suas características

Sendo um mecanismo para promoção de boas práticas na produção pecuária, ele tem implementação preferencial nas áreas onde a pecuária é um uso do solo expressivo, porque nestas áreas a adoção destas práticas terá impactos de magnitude significativa no ambiente.

Este mecanismo é eminentemente econômico porque se trata de dar compensação financeira a quem age de forma ambientalmente sustentável. Portanto, o PSA Boas Práticas na Pecuária é aplicado aos produtores, embora sua aplicação reflita ações que ocorrem no terreno. Assim, e recordando o conteúdo do produto RP6 – “Definição de áreas prioritárias e estratégias de revitalização”, as bacias prioritárias para aplicação deste mecanismo são as apresentadas na Figura 72.



Fonte: Nemus/V&S, 2017.

Figura 72 – Áreas de estabelecimento do PSA Boas Práticas na Pecuária

Desta forma, são definidas as seguintes bacias para a aplicação do presente projeto:

- **Bacia prioritária 1** (BP1 / 757492): municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 2** (BP2 / 757482): municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 3** (BP3 / 757484): município de Itaju do Colônia;
- **Bacia prioritária 5** (BP5 / 757485): município de Itaju do Colônia;
- **Bacia prioritária 6** (BP6 / 757486): município de Itaju do Colônia;
- **Bacia prioritária 7** (BP7 / 757465): municípios de Floresta Azul, Itaju do Colônia, Ibicarai e Santa Cruz da Vitória;
- **Bacia prioritária 10** (BP10 / 757487): municípios de Itaju do Colônia e Itapetinga;
- **Bacia prioritária 12** (BP12 / 757444): municípios de Jussari e Itapé;
- **Bacia prioritária 14** (BP14 / 757467): municípios de Floresta Azul e Santa Cruz da Vitória;
- **Bacia prioritária 16** (BP16 / 757494): municípios de Firmino Alves, Itaju do Colônia, Itororó e Santa Cruz da Vitória.

4.8.2. Objetivo do projeto-piloto

Os principais objetivos do PSA Boas Práticas na Pecuária são:

- Promover a conservação e/ou recuperação de áreas naturais em imóveis rurais predominantemente de pasto, aumentando a conectividade entre as mesmas;
- Promover a manutenção/ recuperação de Áreas de Proteção Permanente;
- Promover práticas sustentáveis na produção pecuária (cercaamento, controle da erosão, tratamento do esgotamento e a correta destinação dos resíduos sólidos);
- Corrigir uma falha de mercado (a não remuneração das externalidades positivas criadas por atividades de conservação em sistemas produtivos como a pecuária);
- Também importante é o objetivo de aumentar o rendimento disponível de pequenos proprietários rurais na bacia do rio Cachoeira, de forma a promover a economia local e a providenciar melhor qualidade de vida para populações rurais.

Ao contrário do projeto anterior (PSA Cacau-Cabruca), este não pretende incentivar a produção agropecuária. Contudo, de igual modo, este projeto pretende incentivar as práticas de conservação.

4.8.3. Metodologia

O projeto Pagamento por Serviços Ambientais Boas Práticas na Pecuária deverá ser aplicado sob a forma contratual. Desta forma, deve ser estabelecido um contrato entre a entidade compradora (neste caso Poder Público ou entidade da sociedade civil) e a entidade provedora (neste particular, pequenos agricultores familiares com áreas de pasto nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.8.1).

O contrato a ser estabelecido entre entidade compradora e entidade provedora deverá cumprir as características identificadas por Altmann *et al.* (2015): voluntariedade; existência de benefício para provedor; produto – recuperação, manutenção ou melhoria de serviços ecossistêmicos; condicionalidade a resultados positivos. Em seguida são especificadas algumas destas características para o projeto PSA Boas Práticas na Pecuária.

4.8.3.1. Elegibilidade do pecuário

Para participar no projeto, o proprietário de imóveis rurais para produção pecuária deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Ser proprietário de imóvel rural nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.8.1;
- Ter Cadastro Estadual de Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR);
- Possuir, no seu imóvel rural, florestas primárias/ secundárias;
- Para além do anterior, o pecuário deverá ter a sua propriedade adequada ambientalmente para poder participar no projeto (ou em fase de adequação); a fórmula de cálculo do valor do PSA deverá refletir esta condição.

4.8.3.2. Produto – recuperação, manutenção ou melhoria de serviços ecossistêmicos

Para se tornar um provedor de serviços ecossistêmicos, o pecuário com propriedade rural deve executar as seguintes atividades:

- Conservação da biodiversidade, incluindo:
 - Proteção de florestas primárias e secundárias em estágios médio e avançado de regeneração;
 - Manutenção/ criação de conectividade entre áreas de vegetação nativa;
 - Manutenção/ recuperação das áreas de Reserva Legal;
- Proteção de recursos hídricos;
- Produção pecuária sustentável:
 - Cercamento de áreas de pasto;
 - Recuperação de áreas degradadas por erosão;
 - Tratamento de esgoto e de resíduos sólidos.

4.8.3.3. Benefício

O valor do benefício a atribuir ao pecuário inscrito no PSA Boas Práticas na Pecuária deverá seguir a metodologia avançada por Young e Bakker (2014) e por Ibirapitanga (2015). Desta forma, é proposta a seguinte fórmula de cálculo do benefício a atribuir ao pecuário inscrito no projeto PSA Boas Práticas na Pecuária:

$$\text{Valor PSA} = C. [V1 + V2 + V3]. A. I_{SE}$$

Em que:

- **C** = Percentual do custo de oportunidade da terra na bacia do rio Cachoeira (25% do valor de arrendamento da terra para pecuária de baixo rendimento);
- **A** = Área total de vegetação nativa ou destinada a conservação/ recuperação;
- **V1** = Conservação da biodiversidade (valorização entre 0 e 1,5);
- **V2** = Práticas pecuárias sustentáveis (valorização entre 0 e 1,5);
- **V3** = Proteção de recursos hídricos (valorização entre 0 e 1);
- **I_{SE}** = Índice socioeconômico (varia entre 0,5 e 1);

Desta forma, o valor máximo que qualquer pecuário pode receber por hectare é igual a 100% do valor de arrendamento da terra para pecuária de baixo rendimento. A classificação dada a V1, V2 e V3 seguirá a metodologia de Young e Bakker (2014)

(adaptada à realidade local). Mais, relativamente ao índice socioeconômico será seguido o especificado em Seehusen (2010).

O valor do benefício deverá ser transferido para o pecuário periodicamente (sugere-se de três em três meses), devendo ser reavaliado anualmente (condicionalidade, conferir ponto seguinte).

Por fim, deverá ser avaliada a hipótese de substituir determinado pagamento em dinheiro por um pagamento em espécie, notadamente através da oferta de serviços de veterinária e serviços de recuperação de Áreas de Proteção Permanente e de Reservas Legais.

4.8.3.4. Condicionalidade

Para haver condicionalidade (conexão entre benefício e provisão do serviço ecossistêmico) deverá existir monitoramento periódico do cumprimento dos contratos estabelecidos. Mais, o monitoramento deverá servir, não só para verificar o cumprimento do estabelecido, mas para conferir eventuais melhorias relativamente à situação de referência (por exemplo: aumento da área destinada à conservação; práticas pecuárias mais sustentáveis; entre outros).

O monitoramento deve servir-se não só de visitas à propriedade, mas também da visualização de imagens de satélite da propriedade. Um relatório técnico de monitoramento deve ser efetuado anualmente (previamente ao início do contrato para estabelecimento da linha de base e posteriormente de forma regular).

4.8.3.5. Recursos humanos e técnicos

Em acordo com o indicado anteriormente, uma pequena equipe técnica deverá ser formada para avaliar e monitorar o desenvolvimento do PSA Boas Práticas na Pecuária. Tendo em conta os pontos de contato entre este projeto e o PSA Cacau-Cabruca, propõe-se a existência de uma única equipe para os dois projetos.

É de esperar que haja apoio técnico de entidades públicas e da sociedade civil, contudo devem ser contratados especialistas de georreferenciamento, especialistas de atividades de conservação e financeiros (para cálculo dos valores de PSA).

4.8.4. Cronograma de execução

É proposto o seguinte cronograma de execução para o projeto piloto:

- **Fase de preparação:** nove meses (detalhamento do projeto; formação da equipe técnica; formação do comitê gestor; criação do Fundo de Pagamento por Serviços Ambientais; preparação do edital para seleção dos pecuários);
- **Fase de seleção:** três meses (apresentação e seleção de propostas individuais de pequenos proprietários rurais);
- **Fase de execução:** 48 meses (duração dos contratos individuais com proprietários selecionados, com avaliação anual, por forma a concretizar a condicionalidade especificada anteriormente).

Figura 73 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “PSA boas práticas na pecuária”

Ano	1	2	3	4	5
Preparação: Detalhamento do projeto; formação da equipe técnica; formação do comitê gestor; criação do Fundo de Pagamento por Serviços Ambientais; preparação do edital para seleção dos pecuários					
Seleção: apresentação e seleção de propostas individuais de pequenos proprietários rurais					
Execução: contratos individuais com proprietários selecionados, com avaliação anual, por forma a concretizar a condicionalidade especificada anteriormente					

De acordo com Altmann *et al.* (2015), para que projetos PSA obtenham mudanças de comportamento e efeitos visíveis, deveriam ser estabelecidos contratos de 5 a 10 anos. Neste particular, contudo, devido a se tratar de um projeto piloto, deverá haver uma fase inicial de execução mais curta para uma avaliação intermédia de todo o projeto.

4.8.5. Orçamento estimado

Nas bacias prioritárias identificadas na secção 4.8.1, foi estimado em pouco mais de 62 mil hectares a área de pecuária (verificar RP6). Desta forma, o orçamento apresentado em seguida (ver Quadro 28) apresenta estimativas para um **projeto piloto** que abrange 2,5% desta área (pecuária). Os pressupostos adicionais da estimativa de orçamento são apresentados em seguida:

- **Área total:** 1,5 mil hectares;
- **Valor médio/hectare/mês no primeiro ano:** R\$ 32,5 (valor estimado com base na fórmula apresentada no ponto 4.8.3.3 Benefício);
- **Orçamento gestão/ monitoramento no primeiro ano:** R\$ 100.000;
- **Inflação anual:** 6% (média inflação últimos dez anos).

Quadro 28 – Orçamento estimado para PSA Boas Práticas na Pecuária (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Valor do PSA	0	585	620	657	697	2.559
Gestão/ monitoramento	100	106	112	119	126	564
Total	100	691	732	776	823	3.123

Desta forma, estima-se que o PSA Boas Práticas na Pecuária tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **R\$ 3,1 milhões**.

4.8.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:

- Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
- Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;
- Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
- Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos - em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);
- Financiamento privado:
 - Contribuições de empresas privadas na cadeia da pecuária presentes na bacia do rio Cachoeira (indústria láctea; indústria da carne);
 - ONGs locais e nacionais dedicadas à conservação.

Adicionalmente (no caso da impossibilidade de cobrança pelo uso de água na bacia), formas inovadoras de financiamento podem ser estudadas (conferir seção 4.7.6).

4.8.7. Indicadores e metas

Para a avaliação do projeto piloto PSA Boas Práticas na Pecuária, são propostos os seguintes indicadores:

- Área total com contrato de PSA (meta de 1.500 hectares após segundo ano do projeto);
- Proporção dos custos de gestão em relação aos custos totais do projeto (inferior a 25% após final do projeto).

Página deixada intencionalmente em branco

4.9. Cotas de Reserva Ambiental

O mecanismo Cotas de Reserva Ambiental foi instituído em 2001 (à altura era denominado de Cotas de Reserva Florestal – CRF), tendo adquirido sua atual denominação em 2012, no Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012).

A legislação obriga os proprietários a manter uma parcela mínima de sua terra com vegetação nativa, conhecida como Reserva Legal (RL). Essa parcela varia de 20% no sul do Brasil a 80% na Amazônia legal. Essas áreas têm que ser, obrigatoriamente, registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Este mecanismo de cotas permite que os proprietários de terras com vegetação insuficiente para cumprir as suas obrigações contratem outros proprietários para manter áreas maiores do que as suas próprias exigências de RL.

O objetivo desta abordagem é minimizar os custos de oportunidade de proteger uma determinada quantidade de habitat, ou seja: transfere-se a área a proteger para uma zona com valor equivalente como habitat, mas menor valor agrícola, por exemplo.

Em suma: os produtores que excedem o mínimo de Reserva Legal podem utilizar as CRA para gerar renda a partir de áreas excedentes de vegetação nativa (exceto a das Áreas de Proteção Permanente - APP) ou de áreas degradadas pouco produtivas, que podem ser colocadas em regeneração ou recomposição e também gerar receita (IPAM, 2015).

4.9.1. Local e suas características

As CRA podem ser criadas em **áreas com florestas existentes ou com vegetação em processo de recuperação** (salvo se a regeneração ou recomposição da área forem improváveis ou inviáveis).

Há de se notar que, de acordo com o Novo Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012), as CRA podem compensar os déficits existentes e constatados até 22 de julho de 2008. Déficits criados após essa data, isto é, desmatamentos em área de RL após julho de 2008, não poderão ser compensados, somente recuperados.

Um dos pré-requisitos para a criação de CRA é que as propriedades rurais tenham feito seu Cadastro Ambiental Rural (CAR).

De um modo geral, CRA podem ser usadas para compensação entre imóveis rurais no mesmo bioma e estado. Há casos exceção a esta regra, mas eles não se aplicam no interior da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, porque toda ela se encontra abrangida pelo mesmo bioma e pelo mesmo Estado.

Dessa forma, o projeto-piloto Cotas de Reserva Ambiental aplica-se à totalidade da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, contudo com especial enfoque nas bacias consideradas prioritárias para a aplicação da estratégia “mecanismos econômicos inovadores”. Assim, o projeto-piloto deverá ser implementado nas bacias prioritárias listadas abaixo:

- Bacia prioritária 1 (BP1/ 757492)
- Bacia prioritária 2 (BP2/ 757482)
- Bacia prioritária 3 (BP3/ 757484)
- Bacia prioritária 4 (BP4/ 757435)
- Bacia prioritária 5 (BP5/ 757485)
- Bacia prioritária 6 (BP6/ 757486)
- Bacia prioritária 7 (BP7/ 757465)
- Bacia prioritária 9 (BP9/757429)
- Bacia prioritária 10 (BP10/ 757487)
- Bacia prioritária 12 (BP12/ 757444)
- Bacia prioritária 14 (BP14/ 757467)
- Bacia prioritária 16 (BP16/ 757494)

4.9.2. Objetivo do projeto-piloto

Este projeto-piloto objetiva rentabilizar a proteção de uma determinada quantidade de habitat, não estando focado claramente na revitalização ou requalificação ambiental. Como se trata de um mecanismo já presente na legislação brasileira, é apenas necessária a sua promoção, através da dinamização de um mercado onde compradores e detentores possam facilmente se encontrar, sem elevados custos de transação. Além disso, para o sucesso do mecanismo de CRA, terá de haver uma efetiva implementação

das Reservas Legais nas propriedades rurais. Isto é: o sucesso do mercado de CRA depende diretamente do sucesso do Cadastro Ambiental Rural.

Em suma, os objetivos do presente projeto-piloto são:

- a) Criar uma plataforma eletrônica de transação de CRA por forma a reduzir os custos de transação no mercado;
- b) Promover o Cadastro Ambiental Rural nas bacias consideradas prioritárias para a aplicação da estratégia “instrumentos econômicos inovadores”, fomentando a emissão de certificados de CRA.

4.9.3. Metodologia

4.9.3.1. Criação de plataforma eletrônica de transação de CRA

Por forma a se reduzirem os custos de transação de Cotas de Reserva Ambiental no mercado, este projeto-piloto procura o desenvolvimento de uma plataforma eletrônica que tenha como propósito, não só facilitar o encontro entre compradores e vendedores, mas igualmente facilitar a contratação.

Dessa forma, a plataforma eletrônica de transação de CRA deverá possuir as seguintes características:

- Permitir o registro de vendedores com propriedades com CRA emitidas;
- Permitir o registro de compradores;
- Facilitar o encontro entre compradores e vendedores, criando uma interface de fácil interpretação;
- Possibilitar a negociação direta entre vendedores e compradores, nomeadamente permitindo a definição final de preço (R\$/ ha), área (ha) e prazo (anos);
- Por fim, permitir o estabelecimento de contratos padrão de venda de Cotas de Reserva Ambiental, de forma quase automática.

Apesar de o presente projeto-piloto ter como objeto a bacia do rio Cachoeira, a criação e manutenção desta plataforma poderia ser alargada a todo o Estado da Bahia, possibilitando assim o aproveitamento de economias de escala.

4.9.3.2. Promoção do Cadastro Ambiental Rural

O cadastramento de Cotas de Reserva Ambiental pressupõe diretamente a existência de Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais (conferir Decreto Estadual n.º 15.180, de 02 de junho de 2014). Por forma a atingir o objetivo final de conservação de áreas com florestas existentes ou com vegetação em processo de recuperação, através do estabelecimento de Cotas de Reserva Ambiental, a promoção do Cadastro Ambiental Rural é, assim, essencial.

Na Bahia, o cadastramento de propriedades rurais tem sido promovido através do projeto CAR Bahia. Este projeto tem como ações: capacitação de agentes estaduais e municipais; aquisição de equipamentos de informática para armazenamento e processamento de dados; a promoção e apoio à inscrição no CAR de 136.000 propriedades (SEMA, 2017c).

Este projeto-piloto tem assim como propósito a promoção do Cadastro Ambiental Rural e do estabelecimento de Cotas de Reserva Ambiental nas bacias prioritárias identificadas no ponto 4.9.1. Para cumprir este objetivo propõe-se o seguinte:

- Estabelecimento de uma equipe móvel de apoio à inscrição no CAR e de apoio ao estabelecimento de Cotas de Reserva Ambiental junto aos proprietários rurais nas bacias prioritárias identificadas;
- Promoção do estabelecimento de Cotas de Reserva Ambiental através de um incentivo monetário. Esse incentivo poderá se concretizar através da formalização de contratos de compra de CRA até um limite de 200 hectares, com as seguintes condições:
 - Cada proprietário poderá beneficiar do incentivo em área até 50% do CRA estabelecido (a restante área será colocada no mercado, nomeadamente através do registro na plataforma eletrônica de transação de CRA);
 - Cada proprietário poderá beneficiar do incentivo em área até 25 hectares;
 - Cada contrato será realizado por 4 anos, por um valor anual de R\$ 500/ha.

4.9.4. Cronograma de execução

O cronograma de execução é apresentado em seguida:

Quadro 29 – Cronograma de execução do projeto-piloto CRA

Ação / ano	1	2	3	4	5
Criação de plataforma eletrônica de transação de CRA					
Manutenção de plataforma eletrônica de transação de CRA					
Existência de equipe móvel de apoio à inscrição no CAR					
Formalização de contratos de compra de CRA					

4.9.5. Orçamento estimado

O presente projeto-piloto tem um orçamento estimado em cerca de R\$ 1 milhão (conferir Quadro 30).

Quadro 30 – Orçamento estimado do projeto-piloto CRA (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Criação e manutenção de plataforma eletrônica de transação de CRA	200	21	22	24	25	293
Equipe móvel de apoio à inscrição no CAR	150	159	0	0	0	309
Formalização de contratos de compra de CRA	0	100	100	100	100	400
Total	350	280	122	124	125	1.002

4.9.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundo Nacional do Meio Ambiente;
 - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
 - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;

- Estadual:
 - o Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - o Projeto CAR Bahia;
- Municipal:
 - o Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos;

Para além das possibilidades de financiamento especificadas acima, o início da cobrança pelo uso de água na bacia do rio Cachoeira seria uma forma estável e de longo prazo de financiamento deste tipo de projetos.

4.9.7. Indicadores e metas

No quadro seguinte apresentam-se os indicadores e metas relativos ao projeto-piloto Cotas de Reserva Ambiental.

Quadro 31 – Metas e indicadores do projeto-piloto CRA

Local	Meta	Prazo	Indicador
BHRC	100%	1 ano	Existência de plataforma eletrônica de transação de CRA
BHRC	100%	1 ano	Contratação de equipe móvel de apoio à inscrição no CAR
Bacias prioritárias para aplicação de instrumentos econômicos inovadores	200 ha	5 anos	Formalização de contratos de compra de CRA

4.10. Educação ambiental e capacitação

Embora as causas que levam à degradação ambiental sejam diversas, elas podem, em última instância, ser associadas a um déficit de conhecimento ou a uma falta de consciência ambiental, que promovem comportamentos inadequados e lesivos do ambiente e de todas as populações que dele dependem. Por exemplo: na agricultura existem situações de aplicação de técnicas inadequadas de manejo do solo, nas zonas habitadas ocorre despejo de resíduos em locais inapropriados, a abertura de caminhos de acesso ocorre muitas vezes sem planejamento criando situações que promovem a erosão, entre outros exemplos.

É consensual que, havendo consciência dos impactos de determinada ação e de qual a melhor forma de realizá-la, os erros diminuem e a utilização dos recursos naturais e da ocupação humana se torna mais sustentável.

A educação ambiental e a capacitação devem, assim, ser asseguradas a todos os habitantes da bacia hidrográfica e todos os usuários dos seus recursos naturais (água, solo, flora e fauna) devem ter acesso ao conhecimento e à formação (capacitação), para poderem fazer utilização destes recursos de forma sustentável.

4.10.1. Local e suas características

Esta estratégia é adequada para implementação em toda a bacia hidrográfica; no entanto, ela é mais eficiente (tem maior aproveitamento) se aplicada em áreas de maior densidade populacional, porque são esses os locais onde se concentram os receptores da mensagem.

4.10.2. Objetivo do projeto-piloto

Com este projeto-piloto **objetiva-se** melhorar o conhecimento da população e usuários da bacia hidrográfica do rio Cachoeira sobre práticas ambientalmente sustentáveis. Os **objetivos específicos** do projeto-piloto “educação ambiental e capacitação” são:

- Implementar um **programa de capacitação**, com estrutura de apoio (recursos físicos e humanos) permanente, que garanta formação periódica e atualizada a todos os interessados em participar do processo de revitalização da BH do rio Cachoeira e que melhore o conhecimento de produtores e usuários sobre práticas ambientalmente sustentáveis;
- **Aumentar a conscientização da população em geral** sobre a situação ambiental da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e qual o seu papel nesta região, como causa da degradação e como solução desses problemas.

4.10.3. Metodologia

O projeto-piloto “educação ambiental e capacitação” inclui duas vertentes:

- A **educação ambiental** direcionada a todos os habitantes e usuários da bacia hidrográfica que objetiva aumentar a conscientização das populações para boas práticas no seu dia-a-dia;
- A **capacitação**, direcionada aos profissionais interessados em aumentar seu conhecimento sobre as técnicas e processos mais adequados à sua área de atividade, que permitam aumentar sua eficiência (melhorar a relação entre os recursos que são aplicados/investidos e os ganhos/produção que são obtidos), diminuir seus impactos sobre o ambiente e aumentar sua longevidade e sustentabilidade.

4.10.3.1. Programa de educação ambiental

O programa de educação ambiental deve ser desenvolvido (seus conteúdos e sua estrutura) e depois entregue às entidades e serviços organizados, idealmente vocacionados para o contato com as populações, como: escolas, associações de produtores e de usuários (agricultores, pescadores, entre outros), serviços educação e divulgação dos municípios e de outras entidades gestoras do território (água, ambiente, entre outros).

É um programa de divulgação, informação e conscientização da população que se pretende que integre a cartilha curricular dos estudantes da região e que esteja presente nas entidades locais representantes dos usuários e das populações.

O desenvolvimento desse programa de educação ambiental deve considerar a Política Estadual de Educação Ambiental (Lei n.º 12.056/2011, de 7 de janeiro) e seus instrumentos (notadamente o Programa Estadual de Educação Ambiental) e articular-se com ele.

4.10.3.1.1. Descrição metodológica

A implementação do projeto-piloto da educação ambiental deverá seguir os seguintes passos sequenciais:

1. **Planejamento e contatos:** efetuar contatos com estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais para conhecer seu interesse em integrar em seus programas um programa de educação ambiental especificamente direcionado à bacia hidrográfica do Cachoeira; criar e desenvolver o programa de educação ambiental (estrutura e conteúdos) com três vertentes (direcionadas a três níveis etários), relacionado às informações contidas no Plano (notadamente no diagnóstico) e que responda às necessidades identificadas pelos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas; O desenvolvimento do programa de educação ambiental deve considerar a Lei n.º 12.056/2011, de 7 de janeiro (Política Estadual de Educação Ambiental) e articular-se com ela; desenvolvimento de materiais didáticos e informativos (folders, posters, jogos e cartilhas);
2. **Execução:** entregar nos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais o plano de educação ambiental e os materiais pedagógicos e informativos;
3. **Acompanhamento:** apoiar os estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais na implementação do programa de educação ambiental durante o ano; efetuar reuniões de acompanhamento para aferir pontos positivos e negativos do programa, monitorar quantos alunos aderiram ao programa e conhecer resultados do programa (ações organizadas pelas populações e alunos, mudanças de processos ou de hábitos conseguidos, entre outras); efetuar reuniões nos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais no final de cada ano para avaliar os sucessos e insucessos do programa e planejar as alterações adequadas.

4.10.3.1.2. Recursos técnicos e maquinaria

Os recursos necessários são:

- Computador com software de design para elaboração dos materiais didáticos e informativos;
- Material gráfico (material de suporte para elaboração dos materiais didáticos e informativos).

4.10.3.1.3. Recursos humanos

Deverão ser alocados os seguintes recursos humanos mínimos permanentes a esta ação:

- **1 técnico especialista em ambiente** para desenvolver o conteúdo do programa de educação ambiental (em três formatos, para três níveis etários);
- **1 técnico com formação pedagógica**, para participar no desenvolvimento do programa, utilizando seus conhecimentos sobre técnicas de ensino para moldar o formato e a linguagem do programa e dos materiais didáticos e informativos;
- **1 designer** para elaborar os materiais didáticos e os materiais informativos (folders, posters, cartilhas, entre outros).

4.10.3.2. Programa de capacitação

O programa de capacitação destina-se a usuários e produtores que pretendam melhorar a eficiência de seus processos e adquirir conhecimento para empregar técnicas mais sustentáveis (para o meio ambiente) e mais eficientes (obtenção de mais resultados com os mesmos recursos).

Os destinatários deste programa de capacitação são: produtores (agrícolas, florestais ou pecuários), usuários de recursos (grandes consumidores de água ou outros recursos naturais da bacia hidrográfica), técnicos e trabalhadores dos setores produtivos e todos os potenciais interessados em melhorar seus processos.

4.10.3.2.1. Descrição metodológica

A implementação do projeto-piloto da capacitação deverá seguir os seguintes passos sequenciais:

1. **Planejamento dos cursos:** criação de uma estrutura humana (corpo de formadores e técnicos especializados nos setores: agrícola, florestal, pecuária e educação ambiental) permanente; efetuar contatos com associações de produtores para aferir suas necessidades de conhecimentos; conceber e estruturar três cursos de “boas práticas no setor” (um para cada setor);
2. **Preparação logística:** construção de uma estrutura física (polo de treinamento) ou elaboração de convênio com um estabelecimento de ensino (escola ou universidade) para cedência de espaço com condições para dar treinamento a grupos;
3. **Execução:** efetuar cursos de capacitação direcionados aos principais setores de usuários (agrícola, florestal e pecuária);
4. **Acompanhamento:** a estrutura humana (corpo de formadores e técnicos especializados nos setores: agrícola, florestal e pecuária) do programa de capacitação deve assegurar acompanhamento posterior a todos os alunos de seus cursos, isto é: deve haver forma de contato permanente (presencial no polo de treinamento ou através de telefone, email ou outra forma de contato) que permita aos usuários esclarecer suas dúvidas e solicitar apoio técnico, inclusive através de visitas aos seus empreendimentos, para que possam melhorar a eficiência ambiental de seus processos produtivos.

4.10.3.2.2. Recursos técnicos e maquinaria

Os recursos necessários são:

- Espaço físico permanente para estabelecimento do polo de treinamento;
- Equipamentos de sala: computador, impressora, quadro, projetor, mobiliário de sala de aula;
- Consumíveis para ensino: material de escrita (papel, canetas, lápis), capas de documentação.

4.10.3.2.3. Recursos humanos

Deverão ser alocados recursos humanos permanentes para o polo de treinamento, para desenvolvimento dos cursos (estrutura e conteúdo) e para dar as aulas. Prevê-se uma equipe constituída por, no mínimo:

- **3 técnicos especialistas** dos três principais setores (agrícola, pecuária e florestal) para apoiar no desenvolvimento do conteúdo dos cursos e prestar acompanhamento aos usuários que o solicitem;
- **2 técnicos com formação pedagógica**, para participar no desenvolvimento dos cursos, utilizando seus conhecimentos sobre técnicas de ensino para moldar o formato e a linguagem dos cursos;
- **1 técnico de apoio administrativo** para atendimento geral e organização burocrática no polo de formação.

4.10.4. Cronograma de execução

No Quadro 32 apresenta-se o cronograma indicativo do desenvolvimento e execução do projeto piloto “educação ambiental e capacitação”.

Quadro 32 – Cronograma indicativo para a execução do projeto piloto “educação ambiental e capacitação”

Ano	1	2	3	4	5
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL					
Planejamento e contatos					
Execução					
Acompanhamento					
PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO					
Planejamento dos cursos					
Preparação logística					
Execução					
Acompanhamento					

O programa de educação ambiental estará mais embasado num acompanhamento aos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais (através de ações periódicas e reuniões), enquanto o programa de capacitação deverá ser mais contínuo,

assegurando cursos periódicos (conferir metas na seção 4.10.7 Indicadores e metas) e acompanhamento permanente no seu polo de treinamento.

4.10.5. Orçamento estimado

No quadro seguinte apresenta-se o orçamento anual e total do projeto-piloto “educação ambiental e capacitação”. Os pressupostos da estimativa de orçamento são os seguintes:

- **Programa de educação ambiental:**
 - Desenvolvimento do programa em três vertentes (para três níveis etários);
 - Elaboração de materiais didáticos e informativos;
 - Deslocação de um técnico (durante 3 meses) aos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais (Bacias prioritárias 1 a 5) para entregar o plano de educação ambiental e os materiais pedagógicos e informativos
 - Na fase de acompanhamento (2º ao 5º ano do projeto-piloto): deslocação de um técnico aos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais (Bacias prioritárias 1 a 5) para fazer reuniões de acompanhamento: mínimo 2 por ano, em cada estabelecimento (uma no início e uma no fim do ano);
- **Programa de capacitação:**
 - Planejamento dos cursos (1 ano), incluindo o desenvolvimento de 3 cursos diferentes e efetuar contatos com associações produtores (setor agrícola, florestal e pecuário);
 - Construção de uma estrutura física (polo de treinamento) ou elaboração de convênio com um estabelecimento de ensino (escola ou universidade) para cedência de espaço com condições para dar treinamento a grupos;
 - Realização de 2 cursos de cada área temática (agricultura, produção florestal e pecuária) por ano: total de seis cursos por ano;
 - Na fase de acompanhamento: 1 técnico em permanência no polo de treinamento para apoio aos interessados. Pode haver necessidade de fazer deslocamentos aos locais de produção;
- **Inflação anual:** 6% (valor médio da inflação dos últimos dez anos).

Quadro 33 – Orçamento estimado para o projeto-piloto “educação ambiental e capacitação” (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Programa de educação ambiental	140	90	96	101	107	534
Programa de capacitação	327	170	180	191	202	1.069
Total	467	260	275	292	309	1.603

Desta forma, estima-se que o projeto-piloto “educação ambiental e capacitação” tenha um custo total, para um período de cinco anos, de cerca de **1,6 milhões de reais**.

4.10.6. Alternativas de financiamento

O presente projeto piloto poderá obter financiamento através das seguintes alternativas:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundo Nacional do Meio Ambiente;
 - Fundo Nacional Sobre Mudança do Clima;
 - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;
 - Estadual:
 - Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Bahia;
 - Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente;
 - Municipal:
 - Fundos Municipais de Meio Ambiente dos municípios abrangidos – em 2013, apenas cinco dos municípios da BHRC não possuíam este fundo (Buerarema, Firmino Alves, Ibicaraí, Itapé e São José da Vitória; IBGE, 2017). Desde essa data, três desses municípios instituíram legalmente FMMA (Buerarema, Ibicaraí e Itapé; verificar produto RP2);
- Financiamento privado:
 - Contribuições de privados;
 - Convênios com Instituições de Ensino;
 - Convênios com ONGs.

O financiamento para atividades de educação ambiental e capacitação pode, assim, ser obtido de várias formas. Seria importante, contudo, verificar a possibilidade de redução

de custos com este projeto piloto através de convênios com entidades públicas (CEPLAC; por exemplo), com empresas privadas, com instituições do ensino superior presentes na BHRC (Universidade Estadual de Santa Cruz ou Universidade Federal do Sul da Bahia, por exemplo) e com ONGs socioambientais com atuação na região.

4.10.7. Indicadores e metas

As **metas** do presente projeto-piloto são:

- Programa de educação ambiental:
 - Desenvolvimento do programa em três vertentes (para três níveis etários) no 1º ano de implantação do projeto-piloto;
 - Elaboração de materiais didáticos e informativos no 1º ano de implantação do projeto-piloto;
 - Entrega do plano de educação ambiental e dos materiais pedagógicos e informativos a 80% do total de estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais (das bacias prioritárias 1 a 5), no 2º ano do projeto-piloto, nos três primeiros meses logo após início da época escolar;
 - Realização de reuniões de acompanhamento nos estabelecimentos de ensino e associações pedagógicas locais onde houve a entrega do plano de educação ambiental e dos materiais pedagógicos: meta de 2 reuniões por ano, em cada estabelecimento (uma no início e uma no fim do ano);
- Programa de capacitação:
 - Criação/ contratação de uma estrutura humana (corpo de formadores e técnicos especializados nos setores: agrícola, florestal e pecuária) permanente, no 1º ano de implementação do projeto-piloto;
 - Efetuar contatos com associações de produtores para aferir suas necessidades de conhecimentos, durante o 1º ano de implementação do projeto-piloto: meta de 10 associação de cada setor;
 - Conceber e estruturar três cursos de “boas práticas no setor” (um para cada setor), durante o 1º ano de implementação do projeto-piloto; cada curso deve ter duração mínima de 20 horas e ser composto por aulas teóricas e por aulas práticas (de observação de técnicas e casos específicos no terreno);

- Construção de uma estrutura física (polo de treinamento) ou elaboração de convênio com um estabelecimento de ensino (escola ou universidade) para cedência de espaço com condições para dar treinamento a grupos, no 1º ano de implementação do projeto-piloto;
- Realização de pelo menos seis cursos em cada ano (dois para setor agrícola, dois para setor pecuária e dois para setor florestal). Meta: atendimento mínimo de 10 alunos em cada curso;

A fonte de informação a utilizar para determinar o nível de atendimento das metas será a estrutura gestora da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira (que será criada no escopo do projeto-piloto “Gestão integrada da BHRC”).

4.11. Gestão integrada da BHRC

A Deliberação CBHL n.º 1/2013 de 28 de maio, aprovou a minuta do Plano de trabalho para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos e de Conservação da Biodiversidade e das Propostas de Enquadramento dos Corpos de Água e do Cadastro dos Usuários de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Leste, onde se insere a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira.

Contudo, atualmente a bacia hidrográfica do rio Cachoeira não tem ainda plano de recursos hídricos aprovado nem estão implementados os instrumentos de gestão definidos na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Assim, para apoiar a gestão da bacia (e o Comitê das Bacias Hidrográficas do Leste na elaboração e implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos), considera-se necessário criar uma estrutura gestora e um sistema de informações da bacia do rio Cachoeira.

Nos termos do Decreto n.º 7.217/2010 de 21 de junho, que regulamenta a Lei n.º 11.445/2007, o titular dos serviços (públicos de saneamento básico) deverá formular a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto elaborar os planos de saneamento básico, que devem abranger os serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo de resíduos sólidos, de limpeza urbana e de manejo de águas pluviais. Após 31 de dezembro de 2017, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da Administração Pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico.

Uma vez que na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira nem todos os municípios têm PMSB aprovado, e que alguns não iniciaram ainda a sua elaboração, será necessária a aprovação dos PMSB em falta.

4.11.1. Local e suas características

O projeto de gestão integrada da BHRC aplica-se à totalidade da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, tendo em conta que:

- A BHRC não possui plano de recursos hídricos, nem estão implementados os demais instrumentos da PNRC (incluindo sistema de informações);
- É necessária a gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira;
- A maior parte dos planos municipais de saneamento básico não estão concluídos, e alguns não foram ainda iniciados sendo necessário garantir a existência de recursos para que todos sejam aprovados.

4.11.2. Objetivo do projeto-piloto

O quadro seguinte sistematiza os principais objetivos do projeto-piloto e seus resultados e benefícios esperados.

Quadro 34 – Relação entre os objetivos do projeto-piloto e os resultados e benefícios esperados

Objetivos do projeto piloto	Resultados esperados	Benefícios
Criação de estrutura gestora e gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira	• Eficácia e eficiência na implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira • Apoio ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Leste na elaboração do Plano de Recursos Hídricos e na implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos	• Melhoria da gestão dos recursos hídricos • Melhoria da qualidade ecológica, ambiental e social da bacia.
Implementação de sistema de informações da BHRC	• Melhoria da informação disponível para a tomada de decisão	• Melhoria da gestão da informação
Subsídios à elaboração de PMSB nos municípios da BHRC	• Dotação dos municípios da BHRC com PMSB aprovado	• Possibilidade de acesso, pelos municípios, a recursos orçamentários para a implementação de infraestruturas de saneamento • Melhoria da qualidade da água na BHRC • Cumprimento legal

4.11.3. Metodologia

Considerando o caráter de gestão deste projeto-piloto, a presente seção apresenta uma estrutura diferente das anteriores. Assim, desenvolve-se aqui cada um dos objetivos indicados acima.

4.11.4. Criação de estrutura gestora e gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira

A criação da estrutura gestora da BHRC será detalhada no Plano de Governança.

Nas suas atribuições, caberiam, entre outras, o apoio ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Leste, inclusivamente:

- Auxiliar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos e a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira;
- Auxiliar o Comitê das Bacias Hidrográficas do Leste no processo de decisão e gerenciamento da bacia hidrográfica.

A vertente de gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira abrange tarefas de articulação institucional, de coordenação, planejamento, implementação e acompanhamento dos projetos-piloto de revitalização.

Inclui a contratação de serviços, a gestão e aplicação de recursos financeiros, a organização e sistematização de informação, bem como a verificação da medida em que os projetos-piloto estão a ser implementados de acordo com o cronograma previsto e que as metas estabelecidas estão a ser atingidas.

A avaliação da implementação do PERBHRC deverá ser suportada por um sistema de indicadores, que visa medir e divulgar o desempenho do Plano em termos das metas traçadas.

Os indicadores são definidos para cada um dos projetos-piloto, e serão sistematizados no Plano de Governança.

4.11.5. Implementação de sistema de informações da BHRC

Paralelamente, seria importante implementar um sistema de informações para a BHRC:

- Compatível com o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA);
- Com a funcionalidade de Sistema de Planejamento de Investimentos, que contemple as diversas fontes de recursos em investimento e a investir na bacia hidrográfica, possibilitando dessa forma acompanhar periodicamente os investimentos em curso e projetados;
- Com a funcionalidade de monitoramento e avaliação de resultados das ações dos planos e projetos em implementação;
- Que possibilite a sistematização de informações atualizadas para a BHRC no âmbito da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos:
 - Vazões registradas;
 - IQA e monitoramento da qualidade da água;
 - Outorgas concedidas e solicitadas;
 - Licenciamentos concedidos e solicitados.

4.11.6. Subsídios à elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico

Os municípios deverão proceder à elaboração e implementação dos respectivos PMSB dando cumprimento à legislação em vigor e podendo assim aceder a recursos do Governo Federal destinados ao saneamento básico.

Os PMSB devem abranger metas para um horizonte de 20 anos, com o objetivo de alcançar o acesso universal aos serviços, admitidas soluções graduais e progressivas, bem como programas, projetos e ações necessários para atingir as metas, identificando possíveis fontes de financiamento.

A estrutura gestora do Plano Estratégico de Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira poderá apoiar a elaboração dos PMSB nos municípios da BHRC.

Os municípios que não iniciaram ainda a elaboração destes planos, são prioritários na implementação desta ação.

4.11.7. Cronograma de execução

O cronograma de execução é apresentado em seguida:

Quadro 35 – Cronograma de execução

Ação / ano	1	2	3	4	5
Criação de estrutura gestora e gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira					
Implementação de sistema de informações da BHRC					
Subsídios à elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico					

4.11.8. Orçamento estimado

Seguidamente apresenta-se o orçamento estimado para a concretização das três ações principais abrangidas pelo presente projeto.

A **gestão da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira** implica a criação de uma estrutura gestora, a realização de reuniões de articulação com diversas entidades, a elaboração de termos de referência, o lançamento de concursos, a gestão de recursos financeiros, a coleta e sistematização de informação, o acompanhamento da implementação de projetos, o cálculo e divulgação de indicadores. Estima-se a necessidade de pouco mais de **R\$ 2 milhões** para o efeito.

Para a implementação do **sistema de informações** da BHRC, estima-se o valor de **R\$ 150 mil**.

Estima-se um orçamento na ordem dos **R\$ 670 mil** para subsidiar a elaboração de **Planos Municipais de Saneamento Básico** em municípios da BHRC.

O **orçamento total** estimado para cinco anos é de cerca de **R\$ 3 milhões** e detalha-se no quadro seguinte.

Quadro 36 – Orçamento estimado da Gestão integrada da BHRC (R\$ 10³)

Item	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	Total
Estrutura gestora da implementação do Plano Estratégico para a Revitalização da BHRC	385	408	433	459	486	2.170
Implementação de sistema de informações da BHRC	150	0	0	0	0	150
Elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico	325	345	0	0	0	670
Total	860	753	433	459	486	2.990

4.11.9. Alternativas de financiamento

No âmbito da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico em falta nos municípios da BHRC, existem as seguintes alternativas de financiamento:

- Financiamento público:
 - Federal:
 - Fundação Nacional de Saúde (municípios até 50 mil habitantes);
 - Ministério das Cidades;
 - Estadual:
 - Alocação de fundos da Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento;
 - Municipal:
 - Alocação de fundos do executivo municipal.

As restantes ações deverão ser financiadas por diferentes alternativas (apoio financeiro direto da SEMA, por exemplo) ou através do repasse parcial de verbas dos Fundos Municipais de Ambiente dos Municípios da BHRC.

4.11.10. Indicadores e metas

No quadro seguinte apresentam-se os indicadores e metas relativos ao projeto de gestão integrada na BHRC.

Quadro 37 – Metas e indicadores

Local	Meta	Prazo	Indicador	Fonte
BHRC	> 70%	5 anos	% de atingimento das metas estabelecidas no PERBHRC	SEMA
BHRC	100%	2 anos	Existência de sistema de informações para a BHRC	Estrutura gestora da BHRC
BHRC	100%	2 anos	% de municípios da BHRC com Planos Municipais de Saneamento Básico aprovados	Municípios

Página deixada intencionalmente em branco

5. SÍNTESE CONCLUSIVA

O presente documento constitui o Portfólio de projetos, parte integrante da segunda etapa de elaboração do Plano Estratégico para Revitalização Ambiental da Bacia do Rio Cachoeira.

Apresenta 11 projetos-piloto, desenhados para responder a diferentes situações de degradação, com causas distintas e integrados em áreas geográficas e socioeconômicas distintas.

Para cada projeto-piloto identificam-se as bacias prioritárias de implementação e, no interior de cada uma – sempre que possível – indicam-se ainda as áreas onde é mais adequada a sua aplicação, considerando características ambientais e sociais analisadas nos produtos anteriores (RP1 a RP6).

Dos 11 projetos apresentados, seis referem-se a **intervenções diretas no terreno**, para resolver, minorar ou controlar situações de degradação; três projetos referem-se a **mecanismos econômicos inovadores de promoção da conservação**, notadamente, ao pagamento por serviços ambientais, aplicados às boas práticas produtivas (para cacau cabruca e para a pecuária) e às cotas de reserva ambiental; um dos projetos refere-se ao **reforço do treinamento e conscientização** da população e dos produtores da bacia hidrográfica; e um último projeto-piloto se relaciona à **gestão integrada da BHRC**.

Todos os projetos-piloto foram planejados para um **horizonte temporal de 5 anos**. No primeiro ano prevê-se um esforço financeiro menor, com foco no planejamento dos projetos-piloto, sendo as intervenções mais pesadas e onerosas efetuadas a partir do 2º ano.

O orçamento global previsto para implementação e gestão dos 11 projetos-piloto, durante cinco anos, é de cerca de **R\$ 23 milhões**.

Página deixada intencionalmente em branco

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO. **Ato Convocatório Nº 011/2012. Contrato de Gestão Nº14/ANA/2010. Lote 01 - “Contratação de Pessoa Jurídica para Execução das Obras e Serviços para Recuperação Hidroambiental na Sub-bacia do Rio das Pedras e Córrego Buritis, Guaraciama, MG”. Anexo I – Termo de Referência.** 14 de maio de 2012. Belo Horizonte. Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2012/08/TERMO-DE-REFERENCIA-ATO-011_2012-CG-ANA-PROJETO-03-TCBR-GUARACIAMA.pdf> 2012.

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO. **Ato Convocatório 003/2014. Contrato de Gestão Nº 14/Ana/2010. “Contratação de Pessoa Jurídica para Execução das Obras e Serviços para Recuperação Hidroambiental na Bacia do Rio Jacaré, Municípios de Lagoa da Prata e Santo Antônio do Monte em Minas Gerais - MG”.** Fevereiro de 2014. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.agbpeixe vivo.org.br/images/2014/cg014ana/atosconvocatorios/ATO%2003_2014%20LAGOA%20DA%20PRATA%20SANTO%20ANTONIO%20DO%20MONT E.pdf>. 2014a.

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO **Ato Convocatório 004/2014. Contrato de Gestão Nº 14/ANA/2010. “Contratação de Pessoa Jurídica para Execução das Obras e Serviços para Recuperação Hidroambiental na Sub-Bacia do Rio Guavinipan, Municípios de Bocaiúva, Engenheiro Navarro e Francisco Dumont em Minas Gerais - Mg”. Fevereiro de 2014. Belo Horizonte.** Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2014/09/ATO-004_2014-BOCAIUVA-final.pdf>. 2014b.

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO. **Ato Convocatório Nº 008/2016. Contrato de Gestão Nº 14/ANA/2010. Contratação de Pessoa Jurídica para Execução de Serviços de Recuperação Hidroambiental na Bacia do Rio Curituba, Município de Canindé de São Francisco, Estado de Sergipe.** Março 2016. Disponível em

<http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2016/cg014ana/atosconvocatorios/ATO_008_2016_CANINDE_SAO_FRANCISCO_abertura_Maceio_17_05_2016.pdf>. 2016a.

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO. **Ato Convocatório N°011/2016. Contrato de Gestão N° 14/ANA/2010. “Contratação de Pessoa Jurídica para Execução de Serviços de Recuperação Hidroambiental na Bacia do Córrego Confusão, Município de São Gotardo, Estado de Minas Gerais”**. Abril 2016. Disponível em <http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2016/cg014ana/atosconvocatorios/ATO_011_2016_SAO_GOTARDO_ALTO.pdf>. 2016b

AGB PEIXE VIVO – ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PEIXE VIVO. **Ato Convocatório N° 014/2016. Contrato de Gestão N° 14/ANA/2010. Contratação de Pessoa Jurídica para Execução de Serviços de Recuperação Hidroambiental na Bacia do Rio Pardo, Município de Chapada Gaúcha, Estado de Minas Gerais**. Maio 2016. Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2016/cg014ana/atosconvocatorios/ATO_014_2016_CHAPADA_GAUCHA.pdf>. 2016c.

AGUIRRE, ANDREA GARAFULIC AGUIRRE. **Avaliação do Potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Programa: Recursos Florestais. Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Andrea_Garafulic_Aguirre.pdf>. 2012.

ALTMANN, A., SOUZA, L. F., STANTON, M. S. **Manual de apoio à atuação do Ministério Público: pagamento por serviços ambientais**. Sílvia Cappelli (coord. Institucional). Andrefc.com Assessoria e Consultoria em Projetos. 106 p. Porto Alegre, 2015.

ANDRADE, A. G., *et. al.* **Práticas Mecânicas e Vegetativas para Controle de Voçorocas**. MAPA - Comunicado Técnico 33, Rio de Janeiro, 4 p. 2005.

ATTANASIO, CLÁUDIA; RODRIGUES, RICARDO; GANDOLFI, SERGIUS; NAVE, ANDRÉ. **Adequação Ambiental de Propriedades Rurais. Recuperação de Áreas**

Degradadas. Restauração de Matas Ciliares. Julho 2006. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Ciências Biológicas. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Piracicaba. Disponível em <<http://www.esalq.usp.br/gerd/Recuperacao/ApostilaTecnicoLERFFinal1.pdf>>. 2006.

AZEVEDO, ANA. **Cabeceiras de linhas de água na REN. Das políticas à aplicabilidade das Orientações para a sua delimitação (estudo das situações de Évora e Vila Nova de Paiva).** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/7405/1/dissertacaomestrado_Ana%20Catarina%20Azevedo_01julho2014.pdf>. 2014.

BARROS, L. C. **40 técnicos do semiárido brasileiro estiveram na Embrapa conhecer as Barraginhas.** 2014a. Disponível em: <http://projetobarraginhas.blogspot.com.br/2014/10/40-tecnicos-de-seis-estados-do.html>. Acesso em março de 2017.

BARROS, L. C. **Recomeça o Controle de Voçorocas em Morro de Ferro.** 2014b. Disponível em: https://projetobarraginhas.blogspot.com.br/2014_06_01_archive.html?view=classic. Acesso em março de 2017.

BERTOLINI, D.; GALETI, P. A.; DRUGOWICH, M. I. **Tipos e Formas de Terraços.** In: Simpósio sobre Terraceamento Agrícola, Campinas, 1988. Anais... Campinas, SP: Fundação Cargill, p. 79-98. 1989.

BIOFLORA TECNOLOGIA DA RESTAURAÇÃO. **Manual de Restauração Ecológica. Técnicos e Produtores Rurais no Extremo Sul da Bahia.** Março 2016. Disponível em: https://www.mpba.mp.br/sites/default/files/biblioteca/meio-ambiente/downloads/2016/manual_restauracao_ecologica_2016.pdf. 2016.

BUBLITZ, Udo; CAMPOS, Leopoldo de Castro. **Adequação de estradas rurais em microbacias hidrográficas: especificações de projeto e serviços.** Curitiba. EMATER – Paraná. 2ª edição. 70 p. 1997.

CAFÉ POINT. **Terraceamento: Redução de Mão de Obra Gera Menor Custo de Produção.** 2015. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/radares-tecnicos/nucleo-de-estudos-de-cafeicultura-ufla/terraceamento-reducao-de-mao-de-obra-gera-menor-custo-de-producao-93433n.aspx>. Acesso em março de 2017.

CENTRO BRASILEIRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Técnicas de Bioengenharia para Revegetação de Taludes no Brasil.** Boletim Técnico CBCN Nº 001. Laércio Couto; Wantuelfer Gonçalves; Arnaldo Teixeira Coelho; Cláudio Coelho de Paula; Rasmô Garcia; Roberto Francisco Azevedo; Marcus Vinicius Locatelli; Tatiana Gontijo de Loreto Advíncula; Juliana Margarido Fonseca Couto Brunetta; Cristiane Alves Barbosa Costa; Luis Carlos Gomide; Pedro Henrique Motta. Viçosa. Minas Gerais. 2010.

COUTO, LAÉRCIO; GONÇALVES, WANTUELFER; COELHO, ARNALDO; DE PAULA, CLÁUDIO; GARCIA, RASMO; AZEVEDO, ROBERTO; LOCATELLI, MARCUS; ADVÍNCULA, TATIANA; BRUNETTA, JULIANA; COSTA, CRISTIANE; GOMIDE, LUIS; MOTTA, PEDRO. **Técnicas de Bioengenharia para Revegetação de Taludes no Brasil.** CBCN – Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável. Boletim Técnico CBCN N.º 001. Viçosa – Minas Gerais. 119p. 2010.

DERBA – DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTES DA BAHIA. **Malha Rodoviária Estadual.** Governo da Bahia. Secretaria de Infraestrutura. Disponível em: <http://www.derba.ba.gov.br/download/cmr_derba_2012.pdf>. 2012.

EMATER/MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Conservação do Solo e Água – Terraceamento.** Série Meio Ambiente, outubro. 2006

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Notícias - Barraginhas e lagos mantêm água o ano todo.** 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2482206/barraginhas-e-lagos-mantem-agua-o-ano-todo>. Acesso em março de 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Barraginhas: água de chuva para todos.** Embrapa Milho e Sorgo. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 49 p. ABC da Agricultura Familiar, 21. 2009.

ENGEL, S., PAGIOLA, S., & WUNDER, S. **Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues.** Ecological economics, 65(4), 663-674. 2008.

EOGEO GEOTECNOLOGIA. **Projeto de Recuperação Hidroambiental na Bacia do Rio Itapeçerica – Municípios de Divinópolis e Adjacências / MG. Relatório de Execução de Serviços “As Built”.** Ato Convocatório Nº 005/2014. Contrato de Gestão Nº 14/ANA/2010. Ordem De Serviço: 014/2014. Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: < http://cbhsaofrancisco.org.br/?wpfb_dl=1972>. s.d. b

FEDERAÇÃO EUROPEIA DE ENGENHARIA NATURAL. **Engenharia Natural. Manual Técnico.** 2007.

FERNANDES, JOÃO PAULO. **Introdução à Engenharia Natural.** Edição EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. 2011.

FERNANDES, JOÃO PAULO; FREITAS, ALDO. **Introdução à Engenharia Natural.** Volume II. Edição EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. Portugal. 2011.

FIDALSKI, J. **Sistema de Terraceamento Agrícola Proposto para a Região Noroeste do Paraná.** Acta Scientiarum, v.20, p.313- 316. 1998.

GOVERNO DA BAHIA. **Mapa do Sistema de Transportes do Estado da Bahia. Escala 1:250.000.** Secretaria de Infraestrutura. Departamento de Infraestruturas de Transportes da Bahia. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.ba.gov.br/arquivos/File/mapas/mapaatualizado2011.pdf>>. 2011.

GUEDES, F.B. e SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** Ministério do Meio Ambiente. 272 p. Brasília, 2011.

GUIMARAES, J. C. C. *et al.* **Abordagem de Práticas Conservacionistas na Recuperação de Voçorocas.** Enciclopédia Biosfera, v. 8, p. 977-989. 2012.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Paranavaí Oferece Curso de Construção de Terraços.** 2014. Disponível em:

<http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=1582>. Acesso em março de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/>>. Acesso em: junho de 2017.

IBIRAPITANGA, Prefeitura Municipal. **Editais de PSA Hídrico Nº 01/2015 – Chamada Pública para Seleção de Propriedades Rurais para Participar do Projeto Produtor De Água Pratiği – Ibirapitanga**. Ibirapitanga, 2015.

INSTITUTO BIOATLÂNTICA. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. Referencial dos Conceitos e Ações de Restauração Florestal**. Organização edição de texto: Ricardo Ribeiro Rodrigues; Pedro Henrique Santin Brancalion; Ingo Isernhagen. São Paulo Disponível em <<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/produtos/livros/pacto2009.pdf>>. 2009.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Manual Técnico para a Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Moraes, Luis; Assumpção; José; Pereira, Tânia; Luchiari, Cíntia. Disponível em: <https://www.jbrj.gov.br/sites/all/themes/corporateclean/content/publicacoes/manual_tecnico_restauracao.pdf>. 2013.

LOCALMAQ. **Serviços para Recuperação Hidroambiental na Lagoa das Piranhas, Município de Bom Jesus da Lapa, Bahia. Relatório de Conclusão de Obras (As Built)**. Ato Convocatório 010/2013 Contrato de Gestão Nº 14/ANA/2010. Contrato Nº 019/2013. Dezembro de 2014. Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em <<http://cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2013/06/Relatorio-As-Built-lagoa-das-piranhas.pdf>>. 2014.

LOCALMAQ, Obras Civas, Hidroambientais e Terraplenagem Ltda. **Serviços para Recuperação Hidroambiental na Bacia do Riacho Brejão, Santa Maria Da Vitória / Bahia. Relatório de Conclusão de Obras As Built**. Contrato Nº 016/2014, Ato Convocatório 014/2014. AGB Peixe Vivo e CBHSF. 2015a.

LOCALMAQ, Obras Civas, Hidroambientais e Terraplenagem Ltda. **Serviços de Recuperação Hidroambiental na Bacia do Rio das Rãs, Bom Jesus da Lapa, Bahia. Relatório de Conclusão de Obras As Built.** Contrato Nº 028/2014, Ato Convocatório 022/2014. AGB Peixe Vivo e CBHSF. 2015b.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendação de Manejo e Conservação de Solo e Água.** Programa Rio Rural. Manual Técnico 20, Niterói/RJ, 45 p. 2009.

MACHADO, R. L. **Perda de Solo e Nutrientes em Voçorocas com Diferentes Níveis de Controle e Recuperação no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, RJ.** Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Rio de Janeiro. 101p. 2007.

MATIELLO, J. B. Procafé: **Microterraceamento em Cafezais Vem Sendo Ampliado.** In: Notícias – Café na Mídia, Fundação Procafé. Conselho Nacional do café. 2015. Disponível em: <http://www.cncafe.com.br/site/interna.php?id=11017>. Acesso em março de 2017.

MENEZES, S. M. **Geotecnia Aplicada a Projetos: Estruturas de Contenção em Taludes.** Lavras: UFLA/FAEPE. 2002.

MI – Ministério da Integração Nacional. **PBA (Plano Básico Ambiental) 24 – Programa de Prevenção à Desertificação.** 2005. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/documents/10157/3675235/PBA24.pdf/7c79728c-4e44-40fc-a6af-2f99b5c64122>. Acesso em março de 2017.

NARDIN, C. F. *et al.* **Uso de Medida Física para Recuperação de Áreas Degradadas em Ambiente de Cerrado.** Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

NATURE CONSERVANCY, **Manual de Restauração da Vegetação Nativa. Alto Teles Pires-MT.** Disponível em: <https://www.nature.org/media/brasil/manual-restauracao-mt.pdf>. 2016.

NEOGEO GEOTECNOLOGIA **Projeto de Recuperação Hidroambiental na Sub-Bacia do Ribeirão Canabrava Pompéu/MG. Relatório de Execução de Serviços “As Built”.** Ato Convocatório Nº 019/2012. Contrato De Gestão Nº014/ANA/2010. Contrato

Nº21/2012 Lote 2. Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2013/05/Relat%C3%B3rio-as-built-de-Obra-Pomp%C3%A9u-Rev00..pdf>>. s.d. a.

PAGIOLA, S., VON GLEHN H.C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo (Estado): Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, 2013. 336p.

PLANALTO. Portal da Prefeitura Municipal de Planalto/PR. **Notícias - Agricultura e Meio Ambiente – Conservação do solo**. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.pr.gov.br/notindividual.asp?id=130>. Acesso em março de 2017.

POLIDO, Márcio José. **Um estudo de adequação de estrada rural da microbacia Água das Araras**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba. 37 p. 2011.

REDE DE SEMENTES DO SERRADO. **Guia de Restauração do Cerrado. Volume 1 – Semeadura Direta**. 1ª edição. Brasília. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Vieira4/publication/290445918_Guia_de_Restauracao_do_Cerrado_Vol_1_-_Semeadura_Direta/links/569c1e9e08aeeeea985a5aec0.pdf>. 2015.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura e Pecuária. **Programa Rio Rural - Projeto Intecral conclui, com sucesso, recuperação de solo no Noroeste Fluminense**. 2016. Disponível em: <http://www.microbacias.rj.gov.br/en/news/1106/projeto-intecral-conclui-com-sucesso-recuperacao-de-solo-no-noroeste-fluminense>. Acesso em março de 2017.

SAMBUICHI, R. H., VIDAL, D. B., PIASENTIN, F. B., JARDIM, J. G., VIANA, T. G., MENEZES, A. A., Mello, D., AHNERT, D. & BALIGAR, V. C. **Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation**. Biodiversity and conservation, 21(4), 1055-1077. 2012.

SCHROTH, G., BEDE, L. C., PAIVA, A. O., CASSANO, C. R., AMORIM, A. M., FARIA, D., MARIANO-NETO, E., MARTINI, A., SAMBUICHI, R., & LÔBO, R. N. **Contribution**

of agroforests to landscape carbon storage. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, V. 20, I. 7, pp. 1175–1190. 2015.

SEEHUSEN, S. E. **Esboço de Projeto Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais para Produtores Rurais no Corredor Central da Mata Atlântica. Versão para discussão.** GFA, Consulting Group. 26 p. Ilhéus, 2010.

SEMA. **Nota técnica 13/2007.** 11 de abril de 2017. Salvador – BA. 2017.

SENGE – Sindicato dos Engenheiros da Bahia. **Tabela de Honorários Profissionais Edição 2016.** 2016. Disponível em: <http://sengeba.org.br/wp-content/uploads/2014/01/Tabela-honorarios2016.pdf>. Acesso em março de 2017.

SILVA, A. *et al.* **Voçorocamento em Área de “Cascalheira” Desencadeado por Fatores de Natureza Antrópica e Pedológica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Fortaleza-CE. Universidade Federal do Ceará, 4p., 2010 *APUD* NARDIN, C. F. *et al.* Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

SOUSA, RODOLFO. **Semeadura direta de espécies florestais nativas, como alternativa de restauração ecológica para a região de Dourados, Mato Grosso do Sul.** Março de 2013. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas. Dourado/MS. Disponível em <<http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-CIENCIA-TECNOLOGIA-AMBIENTAL/38.Semeadura%20direta%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20ativas,%20como%20alternativa%20de%20restaura%C3%A7%C3%A3o%20ecol%C3%B3gica%20para%20a%20regi%C3%A3o%20de%20Dourados%20MS.pdf>>. 2013.

SOUZA, E. R., DOMINGUES, J. F. **Bacias de Captação de Enxurradas.** Departamento Técnico da EMATER/MG. Sem Data. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/baciascapta%C3%A7%C3%A3oenxurradas.pdf. Acesso em março de 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA –SIT. **Avaliação de Impacto Socioambiental – AISA. Programa de Recuperação e Manutenção de Rodovias PREMAR II.** Dezembro 2015. Secretaria de Infraestrutura. Governo do Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.infraestrutura.ba.gov.br/arquivos/File/publicacoes/Avalia_Impacto_Socioambiental_AISA.pdf>. 2015.

WADT, P. G. S. **Construção de Terraços para Controle da Erosão Pluvial no Estado do Acre.** Embrapa Acre, Documento 85, Rio Branco/AC, 44 p. 2003.

WWF-BRASIL. **Nascentes do Brasil. Estratégias para a proteção de cabeceiras em Bacias Hidrográficas.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/nascentes-do-brasil-estrategias-para-a-protecao-de-cabeceiras-em-bacias-hidrograficas.pdf>>. 2007.

YOUNG, C. E. F. e BAKKER, L. B. D. **Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil.** Forest Trends (ed.) Incentivos Econômicos para Serviços Ecossistêmicos no Brasil. 33-56 p. Rio de Janeiro, 2015.

YOUNG, C. E. F. e BAKKER, L. B. D. **Payments for ecosystem services from watershed protection: A methodological assessment of the Oasis Project in Brazil.** Natureza & Conservação 12.1. 71-78 p. 2014.

ZEH, HELGARD. **Engenharia Natural. Manual Técnico.** FEEN – Federação Europeia de Engenharia Natural. Zurique. 2007.

Consultores:



Contratado por:

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE

