



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, E
CONTABILIDADE (FACE)
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

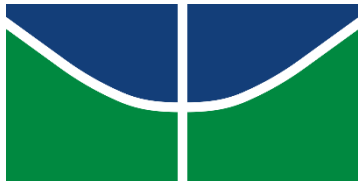
RAQUEL CAROLINE ALVES LACERDA

**O uso do PSA como Instrumento Econômico
na Recuperação Ambiental da bacia do Rio Doce.**

**MESTRADO EM ECONOMIA
GESTÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE**

BRASÍLIA-DF

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, E
CONTABILIDADE (FACE)
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

RAQUEL CAROLINE ALVES LACERDA

**O uso do PSA como Instrumento Econômico
na Recuperação Ambiental da bacia do Rio Doce.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Economia - Gestão Econômica do Meio Ambiente, do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Economia da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

BRASÍLIA-DF

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

R221a

Lacerda, Raquel Caroline Alves

O uso do PSA como instrumento econômico na Recuperação Ambiental da bacia do Rio Doce / Raquel Caroline Alves Lacerda. – Brasília, 2017.

208 p. : il.

Orientador: Jorge Madeira Nogueira.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2017.

1. Meio Ambiente. 2. Pagamento por Serviços Ambientais.
3. Recuperação Ambiental. I. Nogueira, Jorge Madeira, orient.
II. Título.

CDU: 504.06

RAQUEL CAROLINE ALVES LACERDA

**O uso do PSA como Instrumento Econômico na Recuperação
Ambiental da bacia do Rio Doce**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Economia - Gestão Econômica do Meio Ambiente**, do Programa de Pós-Graduação em Economia – Departamento de Economia da Universidade de Brasília, por intermédio do Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura (CEEMA).

Brasília, 06 de julho de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira
Departamento de Economia da UnB
Orientador

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição
Departamento de Economia da UnB

Prof. Dr. Bernardo Pinheiro Machado Müller
Departamento de Economia da UnB

DEDICATÓRIA

«Para que viemos a esta vida?

Para que trabalhamos e lutamos?

Que necessidade tem de nós esta terra?

Se não pulsa nelas esta pergunta de fundo,

não creio que as nossas preocupações ecológicas possam surtir efeitos importantes.

Nunca é demais insistir que tudo está interligado.»

“Laudato si”, Papa Francisco

Ao meu filho, Pedro,
meu amor e inspiração em tudo que faço..

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora, sempre comigo nesta jornada.

À minha Mãe, por seu amor e exemplo eternos; e ao meu Pai, por sua força, presença amorosa e incondicional.

À minha família, Márcia, Sora, Tarcísio, tios/tias, primos/primas, sobrinho/sobrinhas, fonte inesgotável de risadas, carinho, colo e apoio.

Ao querido orientador e professor Jorge Madeira Nogueira, por estimular o pensar para além da teoria e por instigar em mim a curiosidade econômica que aqui me traz.

Às minhas amigas que me ajudaram e aconselharam com sua solicitude e carinho, de forma mais que bem-vinda! Com vocês, tudo fica mais fácil...

Ao IBAMA, minha segunda casa, por me trazer de volta e estimular a vontade de dar o meu melhor no que faço, apesar das dificuldades.

A todos do IBAMA, que seguem na luta em prol do meio ambiente e pela recuperação do Rio Doce, em especial aos do NAP-Doce, Emerson pelos mapas, Taíse e Cecília pelas fotos, e demais colegas da Presidência do IBAMA, DBFLO, DILIC, SUPES/MG, e CEDUC, que, de alguma forma, deram seu apoio para a execução deste projeto.

A todos colegas de turma e da CEEMA/UnB pelo suporte, e ao DNIT pela oportunidade, em especial à Aline Freitas, que “comprou a ideia” do mestrado em 2012.

Aos participantes da CTFLOR, em especial aos representantes do IEF/MG, ANA, UFV e EMBRAPA Sorgo e Milho, por me inspirarem com suas ideias sobre o PSA.

Às instituições colaboradoras, como o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o Instituto BioAtlântica e a Fundação RENOVA pelos dados fornecidos.

E a todos aqueles que estiveram por perto e ajudaram de alguma maneira, obrigada!

"Não sabendo que era impossível, foi lá e fez"

Jean Cocteau

RESUMO

O rompimento da barragem de Fundão, no complexo de mineração da empresa Samarco, localizado em Mariana, no estado de Minas Gerais, resultou no lançamento de mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro que causou a destruição de cidades como Bento Rodrigues, e danos de grande magnitude às populações ribeirinhas e ao meio ambiente. Entre os diversos impactos ambientais causados pelo tsunami de rejeito estão a redução da qualidade da água nos rios, a destruição da vegetação nativa, de áreas agrícolas e urbanas, em aproximadamente 1500 hectares para além da planície de inundação dos rios principais e dos cursos d'água afetados. Além das sanções cabíveis, os efeitos do desastre resultaram na construção de novo arranjo interinstitucional e na celebração de acordo interfederativo, onde se definiu 40 programas socioambientais e socioeconômicos como forma de orientar a restauração e a compensação ambiental. Entre eles está o Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce e controle de processos erosivos, que orientará a recuperação de 40 mil hectares de áreas degradadas na bacia do Rio Doce, em 10 anos, por meio da restauração florestal ou da regeneração natural, com uso do instrumento do pagamento por serviços ambientais, PSA. Este trabalho teve como objetivo sistematizar os critérios, atributos e princípios identificados na literatura quanto ao uso do PSA, bem como as medidas já adotadas para sua construção, afim de identificar principais pontos fortes e críticas, para contribuir com a aprendizagem necessária à realidade do Rio Doce. Entre os pontos fortes ressalta a criação da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água e a previsão dos custos de restauração dos projetos como essenciais para a eficiência do Programa. Como principais 'gargalos', aponta a necessidade de maior detalhamento dos custos associados ao Programa, em especial os de transação e de monitoramento, e a necessidade de atentar para os aspectos regionais que afetam sua eficiência e equidade, como a adesão, a segmentação, a adicionalidade e a permanência, para além dos 10 anos de duração do Programa.

Palavras-chave: recuperação ambiental, PSA, eficiência econômica, compensação por danos ambientais, arranjo institucional

ABSTRACT

The failure of the Fundão Dam at Samarco's mining complex in Mariana, Minas Gerais, resulted at the launch of more than 40 million cubic meters of iron ore tailings causing the destruction of cities, such as Bento Rodrigues, and major damage to the communities on the riverside and to the environment. Among the various environmental impacts caused by the tailings 'tsunami' are the reduction of the quality of the water in the rivers, the destruction of native vegetation, agricultural and urban areas, in approximately 1500 hectares beyond the floodplain of the main rivers and their tributaries. In addition to the application of sanctions, the effects of the disaster resulted in the construction of a new interinstitutional arrangement among multiple governments, where 40 socio-environmental and socioeconomic programs were defined as a way to guide environmental reclamation and compensation. Among them is the Permanent Preservation Areas (APP) Reclamation Program and areas of groundwater recharge of the Doce River basin for erosion control, which will guide the environmental restoration of 40,000 hectares of degraded areas in the Doce River basin in 10 years, through forest restoration or natural regeneration, with the use of the payment for environmental services, PES. This study aimed to systematize the criteria, attributes and principles for the uses of the PES as an economic tool found in the literature, as well as the measures already adopted for its construction, to contribute with lessons to the Doce River reality. The main strengths are the creation of the Technical Chamber for Forest Restoration and Water Production (CTFLOR) and the forecast of the restoration costs for the projects, essential for the Program's efficiency. As possible inefficient points are the need for an assessment of others benefits and costs associated with the Program, especially the transaction and monitoring costs. Likewise, the regional aspects that affect its efficiency and equity, such as adherence, segmentation, additionality and permanence beyond the 10-year duration of the Program.

Key words: Environmental reclamation, PES, economic efficiency, compensation for environmental damage, Institutional arrangement

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1 - EXEMPLO DE FUNÇÃO DO ECOSISTEMA E SERVIÇO RELACIONADO. | 28 |
| FIGURA 2 - CHAVE PARA DECISÃO QUANTO A ESCOLHA DO PSA COMO INSTRUMENTO DE INCENTIVO. | 42 |
| FIGURA 3 - LÓGICA POR TRÁS DO PSA..... | 44 |
| FIGURA 4 - FLUXO DO PSA, DO BENEFICIÁRIO AO PROVEDOR..... | 58 |
| FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO REGIONAL DA BACIA DO RIO DOCE..... | 63 |
| FIGURA 6 - CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA E RURAL NA BACIA DO RIO DOCE..... | 64 |
| FIGURA 7 - MAPA COM A DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE. | 65 |
| FIGURA 8 - SÍNTESE DO USO E COBERTURA DO SOLO POR UNIDADE DE ANÁLISE..... | 67 |
| FIGURA 9 - COMPOSIÇÃO DO PIB NA BACIA DO RIO DOCE..... | 68 |
| FIGURA 10 - VAZÕES ESPECÍFICAS MÉDIAS NA BACIA DO RIO DOCE..... | 69 |
| FIGURA 11 - PERCENTUAL DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO..... | 70 |
| FIGURA 12 - MAPA DE SITUAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA QUE FORMAM O RIO DOCE (ÁREA EM AMARELO). DESTAQUE PARA O COMPLEXO MINERÁRIO DA SAMARCO EM OURO PRETO, AS UHE'S EXISTENTES NO RIO, MUNICÍPIOS E DISTRITOS AFETADOS E A ZONA COSTEIRA IMPACTADA PELA PLUMA DE..... | 73 |
| FIGURA 13 - EXEMPLOS DE ÁREAS AFETADAS, ANTES E DEPOIS DOS IMPACTOS PELA LAMA. | 77 |
| FIGURA 14 - EXEMPLOS DE ÁREAS AFETADAS, ANTES E DEPOIS DOS IMPACTOS PELA LAMA..... | 77 |
| FIGURA 15 - ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO DO PROGRAMA DE AVALIAÇÃO E DE RESTAURAÇÃO DE DANOS POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO, NOS ESTADOS UNIDOS. | 84 |
| FIGURA 16 - ESTRUTURA DO CIF, DAS CTs E SEUS RESPECTIVOS PROGRAMAS, COM DESTAQUE AO PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL EM ESTUDO..... | 90 |
| FIGURA 17 - MAPA COM OS LIMITES DA ÁREA AMBIENTAL 1, TRECHO MAIS AFETADO PELA LAMA..... | 91 |
| FIGURA 18 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS BACIAS COM MANANCIAS ALTERNATIVAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO..... | 97 |
| FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS VULNERÁVEIS NA BACIA DO RIO DOCE. | 98 |
| FIGURA 20 - NÚMERO DE INSTITUIÇÕES ATUANTES E ÁREAS CRÍTICAS (PRIORITÁRIAS) NAS SUB BACIAS COM MANANCIAS ALTERNATIVAS PARA POPULAÇÕES AFETADAS..... | 99 |
| FIGURA 21 - MODELO OPERATIVO BÁSICO APROVADO PELO CIF PARA O PROGRAMA..... | 100 |
| FIGURA 22 - ARRANJO INSTITUCIONAL PROPOSTO PELA ANA PARA A UGP DO PSA-DOCE..... | 112 |
| FIGURA 23 - PRINCIPAIS CUSTOS ASSOCIADOS AO PSA E FASES EM QUE INCORREM. | 115 |
| FIGURA 24 - SERVIÇOS AMBIENTAIS A SEREM CONTEMPLADOS PELO PSA-DOCE..... | 117 |
| | |
| QUADRO 1 - QUADRO COM OS CRITÉRIOS DEFINIDOS E REVISADOS POR WUNDER. | 52 |
| QUADRO 2 - AÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO RIO DOCE, ORGANIZADAS CONFORME PECULIARIDADES DAS MEDIDAS A SEREM ADOTADAS..... | 87 |
| QUADRO 3 - LOCALIDADES E UGRH'S COM CAPTAÇÕES ALTERNATIVAS A SEREM INSTALADAS EM DECORRÊNCIA DE ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA..... | 96 |
| QUADRO 4 - PREMISSAS DEFINIDAS PELA CTFLOR A SEREM SEGUIDAS NA EXECUÇÃO DO PROGRAMA. | 101 |
| QUADRO 5 - MODALIDADES DEFINIDAS PELA CTFLOR A SEREM SEGUIDAS NA EXECUÇÃO DO PROGRAMA.... | 102 |
| QUADRO 6 - FATORES QUE AFETAM NA ADEÇÃO A PROGRAMAS COM PSA. | 110 |
| QUADRO 7 - ASPECTOS RELACIONADOS AOS CREST, APLICÁVEIS AO PSA-DOCE. | 120 |
| QUADRO 8 - ASPECTOS RELACIONADOS AOS CTRANS, APLICÁVEIS AO PSA-DOCE. | 126 |
| QUADRO 9 - ASPECTOS RELACIONADOS À EFICIÊNCIA, APLICÁVEIS AO PSA-DOCE..... | 129 |
| QUADRO 10 - ASPECTOS RELACIONADOS À ADICIONALIDADE, APLICÁVEIS AO PSA-DOCE..... | 134 |
| QUADRO 11: PROPOSTA PARA ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS A ILUSTRAR AS ADICIONALIDADES NO PSA-DOCE. | 135 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|--|
| APP | Área de Preservação Permanente |
| CBH-Doce | Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce |
| CDB | Convenção sobre Diversidade Biológica |
| CIF | Comitê Interfederativo |
| COPASA | Companhia de Saneamento de Minas Gerais |
| CT | Câmara Técnica Permanente |
| CTA | Centro de Tecnologias Alternativas |
| CTFLOR | Câmara Técnica de Restauração Florestal e de Produção de Água |
| FAO | <i>Food Agriculture Organization of United Nations</i> |
| Ha | Hectare |
| IACU | Índice de Área Crítica |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| ICDP | Integrated Conservation and Development Projects |
| IDAF | Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal |
| IEF | Instituto Estadual de Florestas de MG |
| IEMA | Institutos Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos |
| IPBES | <i>Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i> |
| IPCC | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> |
| MEA | <i>Millennium Ecosystem Assessment</i> |
| Mm ³ | Milhões de Metros Cúbicos |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| MPF | Ministério Público Federal |
| NOAA | <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> |
| OPA | <i>Oil Pollution Act</i> |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PCJ | Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá em São Paulo |
| PdA | Produtores de Água |
| PICD | Projeto de conservação e desenvolvimento integrados |

| | |
|----------|---|
| PIP | Plano Integrado da Propriedade |
| PSA | Pagamento por Serviço Ambiental |
| PSA-Doce | Programa com Uso do PSA a ser Implementado na Bacia do Rio Doce |
| REDD | Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal |
| SA | Serviço Ambiental |
| SE | Serviço Ecosistêmico |
| SEP | Serviço Ecosistêmico Potencial |
| TEEB | <i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i> |
| TNC | <i>The Nature Conservancy</i> |
| TTAC | Termo de Transação de Ajustamento de Conduta |
| UA | Unidade de Análise |
| UHE | Usina Hidrelétrica |
| UPGRH | Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos |
| WTP | <i>Willingness to pay</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| INTRODUÇÃO | 21 |
| CAPÍTULO 1 - PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO ECONÔMICO..... | 25 |
| 1.1 FUNDAMENTOS DA ECONOMIA AMBIENTAL | 25 |
| 1.1.1 <i>Serviços Ecossistêmicos e Ambientais</i> | 25 |
| 1.1.2 <i>Classificação</i> | 29 |
| 1.1.3 <i>Ameaças e Restabelecimento dos Serviços Ecossistêmicos</i> | 29 |
| 1.2 A MOLDURA ECONÔMICA DO PSA..... | 31 |
| 1.2.1 <i>Evolução da Economia Ambiental</i> | 31 |
| 1.2.2 <i>Falhas de Mercado e Eficiência</i> | 33 |
| 1.2.3 <i>Trade-offs e a origem dos instrumentos de incentivos</i> | 36 |
| 1.2.4 <i>O PSA como Instrumento Econômico</i> | 42 |
| 1.3 DEFINIÇÃO, CRITÉRIOS E ASPECTOS DO PSA | 45 |
| 1.3.1 <i>Definição e Critérios</i> | 45 |
| 1.3.2 <i>Fatores que influenciam o uso do PSA</i> | 54 |
| 1.3.3 <i>Estabelecimento do PSA e Tipos de atividade</i> | 55 |
| 1.4 PRINCÍPIOS E ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO PSA..... | 57 |
| 1.5 MODELOS DE PSA..... | 59 |
| CAPÍTULO 2 - A BACIA DO RIO DOCE ANTES E DEPOIS DO DESASTRE: QUESITOS PARA O RECOMEÇO | 63 |
| 2.1 A BACIA DO RIO DOCE E SUAS PECULIARIDADES | 63 |
| 2.2 O DESASTRE E OS PRINCIPAIS DANOS CAUSADOS | 71 |
| 2.2.1 <i>O rompimento da Barragem de Fundão, Mariana/MG</i> | 71 |
| 2.2.2 <i>A Caracterização dos Impactos Identificados</i> | 75 |
| 2.3. AÇÕES FRENTE A GRANDES DESASTRES: A EXPERIÊNCIA DOS EUA | 80 |
| CAPÍTULO 3 - PSA E A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO DOCE | 85 |
| 3.1 O PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E ÁREAS DE RECARGA..... | 85 |
| 3.1.1 <i>A construção de um Arranjo Interinstitucional</i> | 85 |
| 3.1.2 <i>Previsões e enfoque dos Programas</i> | 88 |
| 3.1.3 <i>A Recuperação Ambiental como Medida Compensatória</i> | 88 |
| 3.2 FUNDAMENTOS PARA O PSA-DOCE | 93 |
| 3.2.1 <i>Definição de Critérios Técnicos para Priorização de Áreas</i> | 94 |
| 3.2.2 <i>Definição de Modelo Operativo</i> | 99 |
| 3.3 QUESTÕES PARA A ANÁLISE | 104 |
| CAPÍTULO 4 - CRITÉRIOS E ASPECTOS RELEVANTES PARA O PSA-DOCE | 109 |
| 4.1 ADESAO E RECRUTAMENTO | 109 |
| 4.2 CUSTOS DO PROGRAMA | 113 |
| 4.2.1 <i>Custos de restauração - C_{rest}</i> | 115 |
| 4.2.2 <i>Custos de oportunidade - C_{oport}</i> | 121 |
| 4.2.3 <i>Custos de transação - C_{trans}</i> | 123 |
| 4.2.4 <i>Custos de Administração, de Conformidade e de Monitoramento</i> | 126 |
| 4.3 EFICIÊNCIA E EQUIDADE..... | 127 |
| 4.3.1 <i>Eficiência</i> | 128 |
| 4.4 SEGMENTAÇÃO, ADICIONALIDADE, VAZAMENTO E PERMANÊNCIA | 131 |
| 4.4.1 <i>Segmentação</i> | 132 |
| 4.4.2 <i>Adicionalidade</i> | 133 |
| 4.4.3 <i>Vazamento</i> | 135 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.4 Permanência | 135 |
| 4.5 PRINCIPAIS RESULTADOS..... | 137 |
| CONCLUSÕES | 145 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 149 |
| ANEXO A – FOTOS AÉREAS..... | 155 |
| ANEXO B – RELATÓRIOS..... | 159 |
| APÊNDICE A - DESASTRES COM O ROMPIMENTO DE BARRAGENS DE REJEITOS DA MINERAÇÃO (A PARTIR DE 1990) | 163 |
| APÊNDICE B - PRINCIPAIS NOTAS E PARECERES TÉCNICOS EMITIDOS PELO IBAMA OU INSTITUIÇÕES COLABORADORAS..... | 173 |

INTRODUÇÃO

Em 5 de novembro de 2015 ocorreu em Mariana, Minas Gerais, o maior desastre socioambiental do Brasil, com o rompimento da Barragem de Fundão, pertencente à empresa Samarco Mineração S.A., que resultou no lançamento de mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro no meio ambiente. Composta principalmente por óxido de ferro e sílica, a lama de rejeito soterrou o subdistrito de Bento Rodrigues, matou 19 pessoas e deixou um rastro de destruição, percorrendo 663,2 km de cursos d'água até o litoral do Espírito Santo.

Desastres de tal magnitude testam as habilidades das organizações nos seus procedimentos de resposta como também na orientação para a compensação e a restauração ambiental, de forma adequada. Normas, arranjos interinstitucionais, planejamento e previsão dos custos são etapas importantes para a escolha dos métodos e instrumentos adequados a orientar as ações após desastres como esse, sejam elas diretamente adotadas nas áreas afetadas ou indiretamente em áreas a serem recuperadas a título de compensação pelos danos.

Como parte das ações pós desastre, avaliações dos impactos sociais e ambientais resultaram em recomendações de medidas reparatórias e compensatórias a serem tomadas em decorrência dos danos causados à população e ao meio ambiente. Parte dessas recomendações foram consolidadas em um acordo judicial, ao ser firmado Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) entre os envolvidos, que reúne 40 programas socioambientais e socioeconômicos que orientam a execução das ações, entre eles programa de restauração florestal, de cunho compensatório. Para a implantação dos projetos que integrarão este programa, foi identificada a necessidade de associá-los a um instrumento de incentivo à mudança no uso da terra.

Este trabalho tem como ***principal objetivo*** sistematizar os critérios, atributos e princípios identificados na literatura quanto ao uso do instrumento escolhido, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), para a implementação do **Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce e controle de processos erosivos**, Cláusula 161 do TTAC. Busca ainda identificar os *principais aspectos relevantes* registrados no instrumento,

que usualmente estão atrelados ao seu uso economicamente eficiente em programas ou projetos ambientais, como o em construção para a bacia do Rio Doce. Por fim, apresenta *informações, pontos fortes e críticas* de forma a contribuir com a aprendizagem necessária à construção de um modelo adequado à realidade do Rio Doce. O Programa em questão tem enfoque na restauração florestal por meio do reflorestamento e da regeneração natural de áreas degradadas e de recarga, em APP ou não, com o uso do instrumento de PSA, como parte das medidas de compensação pelo rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em Mariana/MG.

Utiliza-se como método de pesquisa a revisão da literatura específica, onde se tem os elementos teóricos e empíricos quanto ao uso do PSA como instrumento de incentivo econômico, e a compilação de documentos técnicos elaborados em decorrência do desastre, em especial os produzidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e pelo Comitê Interfederativo (CIF), na coordenação das ações governamentais.

O estudo está dividido em quatro capítulos. O capítulo 1 apresenta o referencial teórico com os **fundamentos da economia ambiental** e o **marco conceitual sobre o PSA**. Inicialmente, busca-se elementos da literatura sobre conceitos importantes como o de falhas de mercado e a eficiência nas políticas ambientais por meio de instrumentos econômicos, em especial os que competem com o PSA. É construído um panorama conceitual, com enfoque nas definições, critérios, princípios e estrutura sacramentados pela literatura, com breve descrição de programas similares com uso do PSA na região.

O segundo é composto por uma **caracterização da bacia do Rio Doce**, antes e depois do desastre, com descrição das suas principais peculiaridades sociais, econômicas e ambientais, e dados sobre o uso e a ocupação do território. Em seguida, traz um relato sobre o evento, com a descrição do dano, conforme principais relatórios e laudos oficiais. Serão registradas as principais medidas adotadas pelos órgãos e entidades públicas envolvidas, em especial pelo IBAMA, que preside o CIF criado para acompanhamento do caso, representando o Ministério do Meio Ambiente e o Governo Federal. Apresenta os principais resultados das avaliações dos impactos identificados, com descrição do cenário pós desastre, e conclui com um breve exemplo de arranjo

institucional e normativo criado por uma agência ambiental nos Estados Unidos.

O Capítulo 3 apresenta os **Fundamentos para o Programa de Recuperação de APPs e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce e controle de processos erosivos**. Em seguida, descreve como se procedeu a construção do arranjo brasileiro para gestão governamental das ações após o desastre em Mariana, com as peculiaridades do modelo criado para orientar a recuperação ambiental. Traz ainda informações sobre os programas previstos no TTAC e apresenta, ao final do capítulo, as diretrizes definidas para o Programa socioambiental em questão, definido como uma das medidas de cunho compensatório pelo dano causado pela onda de rejeito do rompimento da Barragem nas APPs e planícies de inundação dos rios e tributários. Encerra com as premissas e diretrizes básicas definidas para a adoção do PSA no Programa a ser instituído na bacia do Rio Doce e algumas questões trazidas da fundamentação teórica, no que tange aspectos como custos, eficiência, adicionalidades e permanência, a serem confrontadas com as peculiaridades do caso em estudo no capítulo seguinte.

Por fim, o Capítulo 4 registra o **PSA no Programa de Recuperação de APPs e Áreas de Recarga Degradadas na Bacia do Rio Doce (PSA-Doce)**, confrontando os principais critérios e aspectos teóricos com as ações já implementadas no Programa em construção. Discute os tipos de custos e abordagens registradas na literatura para superar os problemas usualmente associados ao PSA. Indica aspectos e potencialidades com base em experiências do PSA, e propõe ajustes às questões práticas e econômicas a serem consideradas na elaboração dos projetos, tendo em vista os objetivos do Programa proposto, com algumas recomendações para aumento da sua eficiência. São apresentados também os principais desafios e gargalos previstos.

CAPÍTULO 1 - PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO ECONÔMICO

1.1 Fundamentos da Economia Ambiental

1.1.1 *Serviços Ecosistêmicos e Ambientais*

Apesar de serem usados em programas de gestão ambiental e de conservação da biodiversidade muitas vezes como sinônimos (MÉRAL; PERCHE, 2016; BRASIL, 2012), é importante identificar as características básicas que diferenciam serviços ecossistêmicos de serviços ambientais.

Os serviços ecossistêmicos (SEs) têm por base a definição de **funções ecossistêmicas**, que são as interações entre os elementos estruturais da natureza. DeGroot, Wilson e Boumans (2002) entendem se tratar dos diversos processos que resultam das complexas interações entre os seus componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (componentes físicos e químicos), por meio das forças universais de matéria e energia. As funções dos ecossistemas não são os produtos finais, mas são essenciais como intermediários para a produção de bens e serviços ecossistêmicos finais que satisfazem necessidades humanas direta ou indiretamente (BOYD; BANZHAF, 2007), o que justifica a sua conservação para o bem-estar.

Daily (1997) distingue ainda **bens e serviços ecossistêmicos**¹, ao definir *bem ecossistêmico* como tudo aquilo produzido e mantido pela biodiversidade (biota marinha, madeira e combustíveis fósseis). Já *serviços ecossistêmicos* decorrem das funções que realmente dão suporte à vida e que conferem benefícios tangíveis ou intangíveis. Lista como exemplos, a purificação do ar e da água, a decomposição de resíduos e a capacidade de mitigação de enchentes e de secas.

Inicialmente, o conceito de SE foi oriundo de uma visão biocêntrica (EHRlich; EHRlich, 1981), não necessariamente atrelada à noção de bem-estar humano. O conceito evoluiu ao longo dos anos, desde “serviços públicos do ecossistema global” (EHRlich; EHRlich, 1981), para “serviços da natureza” (WESTMAN, 1977 apud

¹ Daily (1997) dá o exemplo hipotético de uma viagem de mudança para a Lua, supondo que, miraculosamente, fosse possível a vida humana em condições de clima e atmosfera. Lança a pergunta: quais as espécies que levaria consigo, entre milhões existentes na Terra? Conclui que, mesmo sendo bastante seletivo, a espaçonave estaria cheia com centena de milhares de espécies antes mesmo de se selecionar aquelas verdadeiramente cruciais para suporte à vida humana. O filme de ficção “Perdido em Marte” trás, de forma similar, uma visão sobre essa situação.

DAILY, 1997) até simplesmente “serviços ecossistêmicos” (DAILY, 1997). De modo geral, uma função ecossistêmica gera um determinado serviço ecossistêmico quando os processos naturais subjacentes desencadeiam benefícios apropriáveis pelo ser humano, incorporando a noção de utilidade aos ecossistemas (DAILY, 1997).

A definição de Daily (1997) chama de **serviços ecossistêmicos** “*as condições e processos pelos quais os ecossistemas naturais e as espécies, as quais a eles pertencem, sustentam e preenchem a vida humana*”. Boyd e Banzhaf (2007) discutem uma definição sob o ponto de vista do bem-estar, entendendo que SEs são “*os benefícios da natureza para as famílias, comunidades e economias*”, mas que ainda mantém a ideia associada ao usufruto de um ‘bem’ final. Já Patterson (2011) consegue dar uma ideia mais utilitarista ao afirmar que “*são todas as coisas que os ecossistemas fazem para as pessoas e que as pessoas geralmente não têm que pagar por elas*”. O *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA - 2005) sintetiza ao dizer que são “*aqueles processos de ecossistemas que apoiam (direta ou indiretamente) o bem-estar humano*”.

Mais recentemente, Hausknost, Grima e Singh (2017) discutem a hipótese de que a “*prestação de serviços ecossistêmicos é determinada pela ação humana, e não pelas funções do ecossistema*”. A principal mudança de entendimento consiste na separação conceitual das funções do ecossistema do que vem sendo chamado de “**serviços ecossistêmicos potenciais**” (SEP). Enquanto as funções ecossistêmicas descrevem estritamente os traços biofísicos de um ecossistema, conceitualmente separadas da antroposfera, os SEP, pelo contrário, emergem reconhecendo a utilidade potencial de uma determinada função do ecossistema para suas condições de vida, preferências, etc. (SPANGENBERG; VON HAREEN; STTELE, 2014).

Assim, SEP’s diferentes podem ser derivados da mesma função ecossistêmica, dependendo dos potenciais de uso que podem ser construídos socialmente a qualquer momento. Para chegar a SEs, um determinado SEP (ou mais de um) precisa ser “mobilizado”, o que requer o investimento de mão-de-obra, tempo e recursos (HAUSKNOST; GIMA; SINGH, 2017). A mobilização de SEP é um investimento econômico enquadrado e regulado pela sociedade, resultando em SEs (SPANGENBERG; VON HAREEN; STTELE, 2014).

Percebe-se uma evolução para o entendimento de que SEs são os benefícios que o homem consegue obter dos ecossistemas naturais, englobando assim os bens e os serviços gerados por suas funções (BOYD; BANZHAF, 2007; MEA, 2005; PATTERSON, 2011). Esse conceito traz para discussão duas questões básicas sobre a dinâmica do ecossistêmica e sua relação com o bem-estar humano: 1) como a perda da biodiversidade afeta os SEs; e 2) se é possível encontrar e implantar substitutos tecnológicos para esses serviços (DAILY, 1997). Não é difícil responder a esta última questão, pois, apesar dos avanços tecnológicos na criação de produtos que exerçam funções similares às de alguns SEs (p.e., agrotóxicos e fertilizantes no manejo agrícola), falta à vida humana conhecimento e habilidade para plena substituição da performance das funções ecossistêmicas (DAILY, 1997).

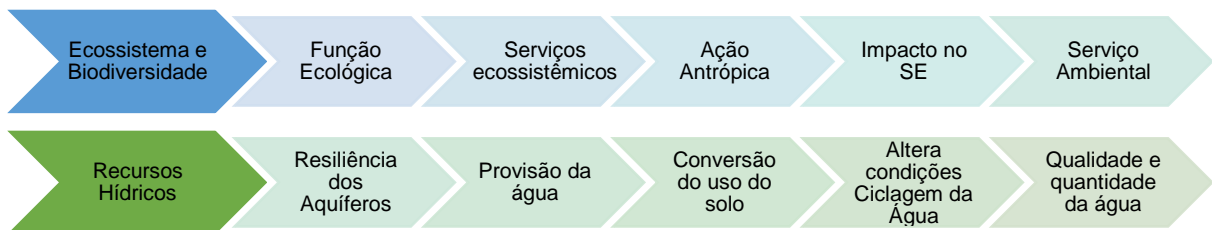
Em resumo, SE trata de funções ecossistêmicas de possuam "valor" ao ser humano. De Groot, Wilson e Boumans (2002) afirmam que o conceito é inerentemente antropocêntrico, pois "*é a presença dos seres humanos como agentes que dão valor que permite a tradução de estruturas e processos ecológicos básicos em entidades carregadas de valor*". Por isso, economistas passam a se apropriar do conceito para justificar os benefícios retirados da natureza que proporcionam bem-estar ao ser humano na forma de serviços, bens, benefícios ou renda (KAREIVA et al., 2011).

Esta visão proporciona base empírica para que aspectos úteis dos ecossistemas sejam classificados como "bens e serviços ecossistêmicos" quando o valor humano está implícito (DE GROOT, WILSON e BOUMANS, 2002; FISHER; TURNER; MORLING, 2009). Portanto, enquanto o bem-estar humano for afetado pelos processos ou funções ecológicas eles são considerados serviços ecossistêmicos (FISHER; TURNER; MORLING, 2009).

Já os serviços ambientais - SAs decorrem de atividades humanas que contribuem para a manutenção, recuperação ou melhoria dos serviços ecossistêmicos (MEA, 2005). São aqueles prestados pelos agentes econômicos no uso sustentável ou na recuperação dos recursos naturais. Esta definição foi proveniente de um enfoque em ressaltar os efeitos que as atividades humanas causam sobre o meio ambiente (DAILY, 1997), sob uma visão ainda mais utilitarista (ou econômica) (FISHER; TURNER; MORLING, 2009; KAREIVA et al., 2011;).

Como exemplos, tem-se os benefícios oriundos da manutenção da mata ciliar ou de parcelas com vegetação nativa, da construção de terraços e da recuperação de áreas degradadas. A Figura 1 ilustra a relação entre esses conceitos.

Figura 1 - Exemplo de Função do ecossistema e serviço relacionado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Alguns consideram que o termo “serviços ecossistêmicos” tem sido utilizado de forma inapropriada pelos economistas, com maior enfoque a uma visão utilitarista do que à manipulação ecossistêmica, o qual seria melhor abordado com o uso da palavra ambiental (MEA, 2005; MÉRAL; PESCHE, 2016). Outros entendem que o uso do termo tem um caráter principalmente educativo, pois demonstra como o desaparecimento da biodiversidade afeta diretamente o funcionamento do ecossistema que sustenta a oferta de serviços críticos para o bem-estar humano (MÉRAL; PESCHE, 2016). Tal ambiguidade se reflete na utilização do termo “Pagamentos por Serviços Ambientais” ao se referir a um instrumento de política pública, muitas vezes apoiado no conceito de SEs (ENGEL, PAGIOLA, WUNDER, 2008; KAREIVA *et al.*, 2011; MÉRAL; PESCHE, 2016; WUNDER, 2015).

O conceito de SA sugere uma análise das externalidades produzidas pela ação humana em relação ao meio ambiente. Uma definição que o diferencia de SEs, tornou-se evidente com a publicação da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) em 2007 (MÉRAL; PESCHE, 2016; NOGUEIRA; PEREIRA, 1999), na qual a FAO define SAs como “*subcategoria de serviços ecossistêmicos caracterizado pelas externalidades*” (FAO, 2007, p. 6).

Todos esses conceitos ainda estão em construção quanto ao real entendimento da sua complexidade. Optou-se aqui por usar a terminologia de **serviços ambientais**,

por refletir o que se tem pago efetivamente – uma recompensa por uma ação humana - permitindo melhor relação com os aspectos econômicos e os programas em implantação no país.

1.1.2 Classificação

Existem diversas classificações com **tipos de serviços ecossistêmicos**, cada qual com um escopo mínimo necessário ao PSA. Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio, os tipos de SE's se organizam em quatro categorias (adaptado de MEA, 2005), sendo que cada serviço pode ser classificado em categorias distintas conforme o objetivo dos projetos em que utiliza o PSA:

- a. **Serviços de provisão:** relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens como alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel), matéria-prima (madeiras, cordas, têxteis), fonte de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e a água.
- b. **Serviços reguladores:** obtidos a partir de processos que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, controle de pragas e doenças.
- c. **Serviços culturais:** relacionados com os benefícios recreacionais, educacionais, estéticos e espirituais.
- d. **Serviços de suporte:** necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

1.1.3 Ameaças e Restabelecimento dos Serviços Ecossistêmicos

Para atender às demandas crescentes da população, as atividades antrópicas causam significativas mudanças à cobertura do solo, clima, ciclos biogeoquímicos, biodiversidade e SEs (MARTINEZ-HARMS; *et al.*, 2015). A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005) demonstrou que cerca de 60% dos serviços que garantem o bem-estar humano estão degradados ou sob pressão, devido a contínua destruição e sobre-exploração de recursos naturais e da biodiversidade. Como exemplos de serviços derivados de ecossistemas florestais, Pagiola e Platais (2002) citam:

- **Benefícios hidrológicos** pelo controle do volume dos fluxos de água e proteção da qualidade da água;
- **Redução da sedimentação** ao evitar danos aos reservatórios e vias navegáveis à jusante, salvaguarda de usos econômicos como geração de energia hidrelétrica, irrigação,

recreação, pesca e abastecimento de água em aglomerados urbanos;

- **Prevenção de desastres**, como inundações e deslizamentos de terra;
- **Conservação da Biodiversidade**, dos habitats e das fontes de recursos à biota;
- **Sequestro de carbono**.

Apesar da sua reconhecida importância, os serviços valiosos prestados pelos ecossistemas naturais são perdidos com demasiada frequência em resultado da falta de incentivos para a sua preservação e da má gestão (PAGIOLA; PLATAIS, 2002). Além de praticamente não existirem remanescentes naturais intocados pelo homem (DAILY, 1997), seus detentores entendem que, por não receberem uma compensação pelos serviços que geram, não há razão para levá-los em consideração na tomada de decisão sobre o uso da terra (PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

De acordo com Pagiola e Platais (2002), as reações usuais a esse problema tendem para dois tipos de soluções: *regulamentações* que buscam ditar padrões de uso da terra e *medidas corretivas*, como a reparação dos danos causados. Nenhuma tem se mostrado eficaz, de forma isolada. As medidas corretivas são muitas vezes imperfeitas e, por vezes, com maior custo do que as medidas preventivas. Por sua vez, os regulamentos são difíceis de aplicar devido à dispersão espacial dos utilizadores da terra e por imporem custos elevados aos utilizadores pobres da terra, limitando as atividades privadas lucrativas (PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

Para ilustrar, Pagiola e Platais (2002) destacam as florestas que desempenham diversos serviços ecossistêmicos que só são reconhecidos quando o desmatamento resulta em inundações e degradação da qualidade da água, aumentando a vulnerabilidade das populações à jusante, ameaçando sua saúde e meios de subsistência (LANDELL-MILLS; PORRAS; 2002; PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

A preocupação com a degradação dos SEs e as consequências para o bem-estar humano tem se refletido de forma crescente nas políticas ambientais, inclusive internacionais. Iniciativas² têm trazido o paradigma à discussão por cientistas e tomadores de decisão, que resultou no aumento das pesquisas e do uso de instrumentos voltados aos SEs e SAs (MARTINEZ-HARMS *et al.*, 2015). O pagamento

² Como *Millennium Ecosystem Assessment* - MEA (2005), *Convenção Sobre Diversidade Biológica* - CDB (2010), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* - TEEB (2010) e *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* - IPBES (2011).

por serviços ambientais (PSA) é um exemplo.

Neste contexto, cresce a perspectiva de uso do instrumento econômico do PSA pelo seu potencial de apoiar a proteção e o uso sustentável dos recursos naturais, por meio da melhoria da qualidade de vida de produtores rurais, especialmente em áreas de florestas tropicais (BRASIL, 2011). Este instrumento permite reconhecer o valor econômico da proteção de ecossistemas e dos usos sustentáveis e promove um incentivo econômico aos “provedores” de serviços ambientais, assim como cobra do usuário dos serviços seguindo os conceitos de “protetor-recebedor” e “usuário-pagador” (BRASIL, 2011).

1.2 A Moldura Econômica do PSA

Para que se entenda a motivação para o PSA, é necessário conhecer elementos sobre a teoria econômica e sua evolução em direção à economia ambiental. Escassez, utilidade, externalidades, nível ótimo/eficiente de consumo, *trade-offs* e direito de propriedade são conceitos importantes que ajudam a entender a evolução das relações entre o sistema econômico e os ecossistemas e o que se propõe com o PSA.

1.2.1 Evolução da Economia Ambiental

Em meio a polarização existentes entre os extremos das abordagens da “**economia de fronteira**”³, mecanicista, reinante no período pós Grandes Guerras, e da “**ecologia profunda**”⁴, a evolução do conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento ajudou a encontrar um meio termo⁵ onde essas ciências consigam

³ Fundamentada por Kenneth Boulding (1966 *apud* COLBY, 1991) no otimismo de que nenhum problema ambiental poderia limitar o desenvolvimento; quando surgissem poderiam ser facilmente controlados. Baseia-se na situação hipotética de que a atividade econômica não precisa se preocupar com a dimensão ambiental, uma vez que as entradas fornecidas pelo ambiente e sua resiliência podem ser consideradas infinitas (COLBY, 1991).

⁴ “*Deep ecology*” ou “ecologismo radical” opõe-se ao defendido pela economia de fronteira, eliminando qualquer pressão sobre a base natural (COLBY, 1991). Adota postura mais naturalista, preocupada com os limites da capacidade de absorção do meio ambiente, a taxa de crescimento econômico e da população, ao defender que “o mundo retorne aos estilos e padrões de vida pré-industrial rural”. Defende a autonomia bioregional (dependências econômicas, tecnológicas e culturais reduzidas), promoção da diversidade biológica e cultural, o uso de planejamento descentralizado, com sistemas de valores e economias de crescimento não orientado.

⁵ Colby (1991) chama de eco-desenvolvimento o que veio para reestruturar a relação entre sociedade e natureza em um “jogo de soma positiva” e reorganizar as atividades humanas de forma sinérgica com os processos e os SEs, em oposição à simbiose simples (volta à natureza) defendida por ecologistas profundos. “Eco” de ecológico e econômico, “desenvolvimento” em vez de “crescimento”, representam uma reorientação explícita para melhoria

coexistir. Publicações como a de Rachel Carson (“*Silent Spring*” em 1962) e o relatório do Clube de Roma (“*The Limits to Growth*” em 1972) reconheceram o problema da poluição, com a percepção da necessidade de firmar compromissos. A relação “ecologia x crescimento econômico” finalmente se torna explícita (COLBY, 1991).

Como principal estratégia, Colby (1991) reporta a inclusão do ambiente como externalidade econômica: “níveis ótimos de poluição” são definidos por sua aceitabilidade econômica de que é preciso manter a resiliência dos ecossistemas, com caráter regulador de “comando e controle”, para alcançar tais níveis. Novas soluções tecnológicas para reduzir os problemas ambientais também faz parte da estratégia, além da definição de pequenas parcelas destinadas para a preservação ou conservação, como parques ou reservas de vida selvagem, e a criação de agências ambientais com limites e orientação ao planejamento de atividades e desenvolvimento de forma a manter as funções ecológicas necessárias (COLBY, 1991).

Passa-se a buscar um sistema eficaz de consumo e produção, com aumento da eficiência energética, da conservação dos recursos e da internalização do princípio “poluidor-pagador” para os custos sociais, além de se investir em tecnologias limpas (COLBY, 1991; MUELLER, 2007). Em paralelo, sistemas de incentivos são pensados para aproveitar as forças de mercado na gestão eficiente do meio ambiente. Em essência, foi a ecologia sendo ‘economizada’, e vice e versa.

Apesar dessa evolução, Colby (1991) lembra que muitos relutam em romper paradigmas e que as instituições são difíceis de mudar (DAILY; MATSON, 2008), o que leva os defensores do desenvolvimento sustentável a discutirem entre si, evitando o debate para solução de conflitos. Nesse momento, passa-se a buscar instrumentos econômicos adequados para lidar com as peculiaridades dos recursos naturais e seus serviços, associando-se a eficiência com a sustentabilidade.

Daily e Matson (2008) apontam que novas abordagens que alinhem as forças econômicas com a conservação devem integrar as principais áreas de investigação, como da ecologia, da economia e das instituições, para a definição de novas metas ao sistema de provisão SAs. Defendem que acadêmicos, comunidades, corporações

na integração de preocupações sociais, ecológicas e econômicas (COLBY, 1991).

e governos precisam partir em busca de um modelo de conservação atrativo, integrando os valores do capital natural à tomada de decisão, ao indicar os *trade-offs*, os cenários futuros de mudanças e as possibilidades de decisões “ganha-ganha”.

1.2.2 Falhas de Mercado e Eficiência

A análise econômica neoclássica se fundamenta em defesa do funcionamento de *mercados completos e livres* para alocação de recursos na economia (MUELLER, 2007). A maximização da utilidade e do lucro pelos agentes econômicos tendem a gerar nos mercados um conjunto de preços de bens e serviços que conduz à **eficiência na alocação de recursos**. No entanto, Mueller (2007) salienta que são necessárias determinadas condições para que isso ocorra:

- a) **Mercados completos**, para todos os bens e serviços objetos de trocas;
- b) **Concorrência perfeita** para todos os mercados; os preços devem ser determinados de forma impessoal, e nenhum agente econômico deve, por si só, ter meios de influenciar diretamente a formação de preços.
- c) **Informação simétrica**, com todos os agentes econômicos dispondo de informação perfeita sobre o funcionamento dos mercados.
- d) **Funções utilidade e de produção bem-comportadas**, exibindo as condições de convexidade.
- e) **Direitos de propriedade claramente definidos e respeitados** sobre todos os recursos, para que os proprietários desses recursos recebam o pagamento adequado pelo seu uso.
- f) **Sem externalidades**, ou seja, para cada indivíduo, o nível de satisfação é determinado exclusivamente pelo seu consumo de bens e serviços. A satisfação de um não pode ser afetada pelo consumo de outro indivíduo, ou ainda, o nível de produção de uma empresa não pode ser afetado pelas produções de outras.

Mueller (2007) identifica se tratar de hipóteses pouco realistas, pois não existem mercados perfeitos no mundo real e dificilmente as ações de um agente econômico deixam de afetar os níveis de produção e de consumo de outros agentes. Quando as decisões de produção ou de consumo de um agente afetam a utilidade ou a produção de outro(s) de uma forma não intencionada, e não há a compensação por parte de quem produz o efeito externo indesejado, verifica-se uma externalidade. São situações em que, devido à estrutura dos direitos de propriedade, as relações entre os agentes econômicos não são todas mediadas por mercados (PERMAN et al., 2003). Num mundo sem externalidades, a utilidade de um indivíduo depende exclusivamente da quantidade dos bens e serviços por ele consumidos; e a produção

de cada empresa depende apenas das escolhas independentes de consumidores e produtores para maximizar seus benefícios privados, sem desperdício de recursos, de forma eficiente (HANLEY; SHROGREN; WHITE, 2013; MUELLER, 2007).

Os conceitos de **eficiência** e otimização dos recursos são usados de maneiras específicas na análise econômica. Para Perman et al. (2003), uma maneira de pensar sobre eficiência econômica é em termos de oportunidades perdidas. Se o uso do recurso é desperdiçado, as oportunidades também. Ao se eliminar os resíduos (e a ineficiência) pode-se trazer benefícios líquidos para algum grupo de pessoas. Assim, a quantidade de energia ou insumos será eficiente se forem utilizadas técnicas que permitam ganhos com o mínimo de perdas, na produção final (PERMAN et al., 2003).

Quando os mercados deixam de operar de maneira eficiente, tem-se as **falhas de mercado** que nada mais são a incapacidade do livre mercado de alocar recursos para gerar um nível ótimo de bem-estar (PERMAN et al., 2003). Significa que a depleção do capital natural é muitas vezes maior do que seria socialmente ideal.

Entre os tipos de falhas de mercado registram-se as **externalidades**, bens públicos comuns, direitos de propriedade imperfeitos, mercados não competitivos, informações insuficientes ou assimétricas e não-convexidade (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; MURADIAN *et al.*, 2010; STERNER; CORIA, 2012). Todos afetam a eficiência econômica e ocorrem na gestão ambiental, em especial as externalidades, a existência de bens públicos e os direitos de propriedade mal definidos.

O comportamento de consumidores e produtores é afetado de formas não desejadas e não compensadas, pelas utilidades obtidas pelo consumo e produções geradas por outros agentes que geram externalidades nem sempre negativas (MUELLER, 2007). São positivas quando determinada atividade aumenta o bem-estar de outra pessoa ou firma (STERNER e CORIA, 2012; LANDELL-MILLS e PORRAS, 2002). Uma atividade econômica pode resultar em benefícios diretos ou indiretos a outro agente (por vezes, o benefício é mútuo⁶), ainda que não contabilizados.

⁶ Exemplo no dono de pomar situado ao lado das instalações de um apicultor: “O dono do pomar tem mais produção porque as abelhas polinizam suas árvores; e o apicultor tem mais produção porque as abelhas podem se valer das flores do pomar para produzir mel. Se não houvesse o apicultor, (...) a polinização seria menos eficiente; e se não houvesse o pomar, as abelhas do apicultor teriam que procurar mel em áreas mais distantes (...). Assim, ambas as atividades exercem uma externalidade positiva, uma sobre a outra” (MUELLER, 2007).

Externalidades negativas são os efeitos sociais negativos gerados por uma determinada atividade degradante, como a poluição. Os produtores-poluidores originam fluxos de bens e serviços que geram bem-estar aos indivíduos. Porém, originam, simultaneamente, fluxos de resíduos e dejetos que poluem e causam mal-estar aos indivíduos (MUELLER, 2007). Como a poluição não é um bem transacionado nos mercados, é imposto sem que a coletividade o deseje e sem que os produtores-poluidores arquem com esse custo, gerando um custo social.

Mueller (2007) aponta ainda que os economistas neoclássicos conheciam o problema das externalidades, só que as consideravam como eventos excepcionais. Com a evolução da economia ambiental, passaram a admitir que a externalidade não pode ser ignorada, pois não permite que mercados conduzam soluções eficientes, segundo o critério de Pareto⁷. Assim, há uma necessidade pela implantação de medidas e políticas para promover a **internalização das externalidades**: fazer com que o agente que a produz arque com os custos impostos sobre os indivíduos e empresas, e quem promove práticas que produzem externalidades positivas seja compensado pelo benefício social gerado. Só assim se estará aproximando de uma situação de eficiência (MUELLER, 2007; PERMAN et al., 2003).

Com relação ao **direito de propriedade**, bens e serviços ambientais são produtos aproveitados por todos em uma comunidade, sem exclusão e sem rivalidade, portanto, o direito de propriedade não está bem definido. A oferta desses bens em mercados é difícil por não ser possível restringir o acesso àqueles que não pagam por eles. Ou seja, o sistema de preços é inapto a prover um resultado eficiente na oferta de bens públicos (DAILY, 1997; STERNER; CORIA, 2012). Mecanismos que levam à sub-oferta de bens públicos, como o comportamento de *free-rider* (carona) do consumidor, podem também levar ao sobre-uso de recursos comuns, a não ser que instituições governamentais e/ou comunidades sejam fortes o suficiente para limitar o acesso aos “caroneiros” (STERNER; CORIA, 2012).

Por isso, políticas são necessárias para a regulação da oferta de serviços de

⁷ “Diz-se que uma alocação de recursos é eficiente se não for possível melhorar uma ou mais pessoas sem prejudicar pelo menos uma outra pessoa. (...) Um ganho por uma ou mais pessoas sem qualquer outra pessoa sofrer por ele é conhecido como uma melhoria de Pareto. (...) às vezes referida como Pareto ótima, ou Pareto eficiente” (PERMAN, et al., 2003, pag. 107).

bens públicos, a garantir que um bem público seja ofertado em uma quantidade na qual iguale o benefício marginal de demanda com o custo marginal de ofertá-lo (STERNER; CORIA, 2012). Essas falhas, portanto, justificam a intervenção estatal com o desenvolvimento de políticas que têm como objetivo amenizar seus efeitos.

1.2.3 Trade-offs e a origem dos instrumentos de incentivos

A necessidade de se estabelecer os *trade-offs* entre atividades competitivas e entre os interesses individuais e os sociais, tem se tornado cada vez mais evidentes (DAILY, 1997). No entanto, bens e serviços provenientes dos ecossistemas são tremendamente subestimados pela sociedade. Por isso, a alocação eficiente de terra e água nos seus mais diversos usos dificilmente resultará em um jogo de soma zero, com a perda crescente de terras rurais e de água para usos urbanos e industriais.

Restrições tem se tornado cada vez mais tangíveis na forma de *trade-offs*, cuja resolução revela-se tensa, envolvendo considerações não só científicas como éticas (DAILY, 1997). Uma espécie animal ou vegetal pode ser totalmente extirpada pela atividade humana, mesmo que ninguém deseje esse resultado. Outras espécies podem ser valiosas em maneiras que se ignora, ou podem ter um valor potencial que nunca se descobriria se eles se tornarem extintos antes que se aprenda sobre suas potencialidades (EHRLICH; EHRLICH, 1981). Isso mostra o quão despreparada a sociedade está para lidar com *trade-offs* ambientais, a considerar em bases únicas as forças políticas e a segurança ambiental também no âmbito social e econômico.

Por isso, é urgente que se desenvolva estruturas analíticas e institucionais para a resolução sensata desses *trade-offs* como parte da tomada de decisão (DAILY, 1997), garantindo a proteção das mais fundamentais fontes de bem-estar humano. Formas de sintetizar a importância dos sistemas naturais para a economia humana devem ser buscadas aos tomadores de decisão e ao público em geral (DAILY, 1997).

Daily e Matson (2008) entendem que o desafio está em levar esse reconhecimento aos incentivos e às instituições para que possam conduzir investimentos no capital natural de forma sábia e em grande escala. O entendimento científico sobre a produção das funções ecossistêmicas tem avançado rapidamente, mas ainda existe limitações em incorporar o capital natural nas decisões. A troca

formal de experiências e a definição de prioridades pode acelerar os níveis de inovação e alcançar novas abordagens (DAILY; MATSON, 2008).

Na economia ambiental, existe um rico conjunto de instrumentos de uso nas intervenções governamentais que podem ser aplicadas para superar problemas de externalidades (BAUMOL; OATES, 1988). Permitem modificar o comportamento dos usuários dos ecossistemas, sendo o PSA o exemplo mais relevante. Com base no argumento de que a degradação ambiental é essencialmente uma falha de mercado, para dar conta de externalidades, o conceito de PSA foi introduzido, especialmente para os casos de bens intangíveis (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017; RODRÍGUEZ-ROBAYO; MERINO-PEREZ, 2017; PAGIOLA; PLATAIS, 2002). Esquemas de PSA propõem-se a oferecer incentivos em troca da manutenção da prestação de SEs e SAs, funcionando como recompensa ou atração pelas práticas socialmente desejáveis, levando os proprietários de terra a adotá-las (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; MURADIAN *et al.*, 2010).

Os incentivos são apenas um de muitos fatores que podem influenciar os padrões comportamentais em relação ao uso da terra e à prestação de SAs. Engel, Pagiola e Wunder (2008) fazem uma avaliação comparativa entre o PSA e outros instrumentos econômicos possíveis de serem utilizados na correção das falhas de mercado. Mostram os prós e contras, a destacar os aspectos que diferenciam o PSA para sua eleição no uso em um programa. É necessária uma avaliação cuidadosa da linha de base, anterior ao desenho do programa, o que ajuda a evitar problemas (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Segue síntese dessa avaliação.

a) Subsídios, Impostos e Licenças negociáveis

Assim como os impostos, os **subsídios ambientais** são instrumentos que ajudam a internalizar externalidades em decisões privadas de uso da terra. Só que, ao contrário dos impostos, os subsídios ambientais sofrem de várias fontes de ineficiência⁸ e, por isso, geralmente são considerados uma segunda melhor solução (BAUMOL; OATES, 1988; ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). No entanto, em

⁸ Os subsídios podem sofrer de *falta de adicionalidade* (paga-se por atividades que teriam sido conduzidas de qualquer maneira) e *vazamento* (isto é, deslocamento de parcelas da população não contempladas ou atividades ambientalmente prejudiciais para outras áreas). Também pode criar *incentivos perversos* (induzir a expansão de atividades destrutivas para obtenção de subsídios mais altos) (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

países em desenvolvimento, há uma forte preferência por subsídios ambientais em vez de impostos (PAGIOLA; PLATAIS, 2007).

Os **impostos ambientais** (cobrança por emissões ou atividades ambientalmente prejudiciais) sofrem menos com esses problemas e, portanto, podem ser considerados superiores aos subsídios ambientais. Porém, as preocupações políticas e de distribuição muitas vezes militam contra o uso de impostos (FIELD; FIELD, 2014), mas seu principal problema é que, com eles, se impõe o custo da proteção do ambiente aos usuários da terra e não aos de serviços ambientais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Também cabem críticas à opção dos impostos, pois um erro de mensuração/quantificação no estabelecimento dos seus valores poderia tornar a política sem efeito prático (OATES; PORTNEY, 2001).

Há também questões práticas eficientes de monitoramento do cumprimento, que se aplicam tanto aos impostos quanto aos subsídios. Por isso, tende a ser mais fácil assegurar a cooperação dos usuários da terra ao “oferecer-lhes cenouras do que ao ameaçá-las com uma vara” (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008), por meio de políticas de incentivos (CHAVES *et al.*, 2006a).

Outra maneira de controle das externalidades é por meio de licenças negociáveis. Resulta na restrição dos direitos de propriedade, ao definir limites biofísicos à atuação da sociedade na natureza, o que Daily (1999) chama de determinação de “escala”. Estes limites devem considerar a capacidade de carga do meio ambiente, de forma que garantam o mínimo de biodiversidade e ecossistemas naturais capazes de prover SAs necessários para a sociedade. Podem-se definir tanto limites máximos para um malefício ambiental quanto limites mínimos de benefícios ambientais a serem garantidos, criando um mercado com cotas individuais distribuídas às partes, idealmente, com base em critérios equitativos, o que permite a negociação entre elas. Aquele que exceder sua cota deve comprar cotas de outros, em um mercado com demandantes e ofertantes de SAs. Combinam-se assim, instrumentos regulatórios e econômicos visando obter o melhor de cada um deles com a alocação dos recursos de forma eficiente (DAILY *et al.*, 2009).

b) Instrumentos de Comando e Controle (C&C ou de regulação)

No exercício da sua tutela sobre os recursos naturais, as restrições de acesso

ou os limites ao uso da terra impostos pelo Estado oferecem uma maneira alternativa de atingir os objetivos de conservação. No entanto, os programas de PSA são considerados mais eficientes do que as formas de regulação ou de comando e controle, que tendem a prescrever o mesmo nível de atividade a todos os provedores de SAs, enquanto os instrumentos de mercado são mais flexíveis (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Uma regra de C&C, por exemplo, exigindo que a floresta seja conservada seria aplicável a todas as florestas, independentemente do nível de benefícios que proporcionam, ou do custo de conservá-las. Uma abordagem de PSA seria mais flexível, buscando áreas florestais de “maior benefício” ou “menor custo”.

Além disso, em países em desenvolvimento, as abordagens de C&C são dificultadas por níveis de governança fraca ou mesmo ausentes, altos custos de transação e problemas de informação associados a regras de uso pouco efetivas, com baixo índice de monitoramento no nível local (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). A inflexibilidade dos regulamentos de C&C também pode ter consequências distributivas adversas. Muitas comunidades dependem das florestas para seu sustento, por exemplo, e impor restrições ao uso de seus recursos pode criar dificuldades econômicas e induzir a conflitos sociais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

b) Projetos integrados de conservação e desenvolvimento

Os Projetos Integrados de Conservação e Desenvolvimento⁹ (PICDs ou ICDP, em inglês) baseiam-se em incentivos às comunidades rurais para manterem ou fornecerem SAs, dando-lhes outras alternativas às atividades ambientalmente prejudiciais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

No entanto, na prática, suas taxas de sucesso podem ser bastante baixas, pois essas novas fontes de rendimento acabam sendo utilizadas como complemento às atividades existentes e não como substitutos, não conseguindo assim reduzir a pressão sobre os SAs (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Também não há condicionalidade: os incentivos que os projetos preveem para a conservação são

⁹ PICDs ou ICDPs representa uma abordagem popular para a conservação da biodiversidade e ecossistemas em países em desenvolvimento. Distinguem-se das outras por definir um duplo foco na conservação biológica e no desenvolvimento humano, de forma que um fomenta o outro. Muito utilizado em projetos envolvendo ecoturismo, absorvendo a mão-de-obra local em atividades ambientalmente benéficas. Para saber mais: Alpert, A. *Integrated Conservation and Development Projects – examples from Africa*. **BioScience**, v. 46, n. 11, 2014.

normalmente entregues de imediato, na esperança de que resultem num comportamento menos prejudicial para o ambiente mais tarde (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). O PSA mostra ser uma alternativa mais adequada, por ambas as razões, recompensando a mudança de comportamento ou a adequação das atividades impactantes, condicionado ao fornecimento/manutenção do SA.

c) Instrumentos Híbridos ou Combinados

Em vez de lidar com situações frequentes de “ou-ou”, a questão mais relevante diz respeito à forma como os diferentes instrumentos devem ser combinados para atingir os objetivos de conservação. Em um mundo onde várias fontes de falha de mercado coexistem resultando em escolhas “*second-best*”, uma combinação de instrumentos é necessária¹⁰ (PERMAN *et al.*, 2003). Engel *et al.* (2008) lembram o que diz Landell-Mills e Porras (2002, p.3): “*a questão-chave não é (...) se devemos promover mercados em vez da intervenção governamental, mas qual é a combinação ótima de sistemas de mercado, hierárquicos e cooperativos*”.

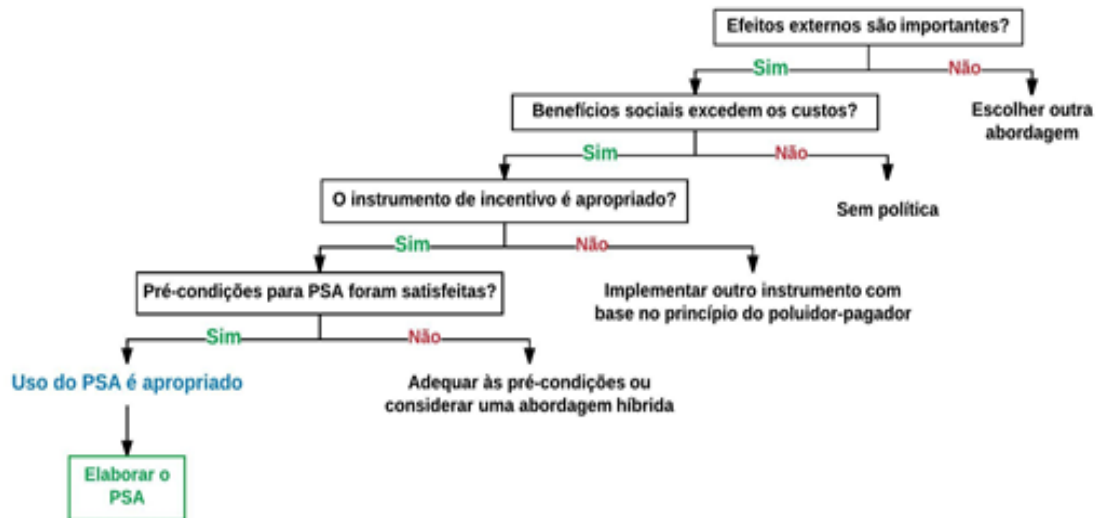
Pagiola e Platais (2007) destacam, por exemplo, que os projetos mais recentes apoiados pelo Banco Mundial e que aplicam o PSA se afastaram de alternativas com o seu uso exclusivo em projetos, implementando-o como parte de abordagens mais amplas. Nesse sentido, Engel *et al.* (2008) notam que os programas de PSA funcionam em contextos onde já existem regulamentos de comando e controle pré-existentes. Interações mais complexas também são possíveis: ao definir o valor do SA conservado, os programas de PSA podem aumentar os incentivos às comunidades locais para participar e se auto impor restrições de uso, superando a falta de cobrança estatal pelo cumprimento dos regulamentos.

A Figura 2 resume bem as principais considerações para decidir se o PSA é uma abordagem apropriada (ENGEL, 2016), ao considerar como pré-condições relevantes ao PSA: direitos de propriedade ou de uso (minimamente) definidos; capacidade administrativa de monitoramento e de fiscalização; e motivações

¹⁰ Na economia do bem-estar, o teorema da “segunda melhor” escolha demonstra que, se houver duas ou mais fontes de falha no mercado, corrigir apenas uma delas como se fosse a única não irá necessariamente melhorar as questões em termos de eficiência, pode piorar. Da análise das múltiplas fontes de falha do mercado deriva um pacote de intervenções governamentais que fazem o melhor possível, como “a segunda melhor” alternativa, dado que nem todas as fontes de falha do mercado podem ser corrigidas (PERMAN *et al.*, 2003).

intrínsecas baixas para a conservação ambiental (WUNDER, 2013).

Figura 2 - Chave para decisão quanto a escolha do PSA como instrumento de incentivo.



Fonte: Traduzido de Engel (2016)

1.2.4 O PSA como Instrumento Econômico

A conservação ambiental gera benefícios coletivos e individuais. Porém, os gestores desses ecossistemas poucas vezes recebem benefícios pela sua conservação (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Quando existentes, os benefícios são frequentemente menores do que o que se receberia por usos alternativos da terra. Por se tratar de serviços muitas vezes não negociáveis, os benefícios são menores do que os ganhos das atividades antrópicas, como a instalação de uma pastagem ou de uma lavoura (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; PAGIOLA; PLATAIS, 2007).

Mas o uso não sustentável pode impor custos à coletividade, que não recebem mais os benefícios dos SEs, por causa das reduções na biodiversidade e outros impactos reais, que variam de caso a caso (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; PAGIOLA; PLATAIS, 2007;). A ela, resta arcar com os custos associados à redução desses serviços; no caso da perda pelos benefícios hidrológicos, impõe à população à jusante os custos de tratamento da água ou de captação alternativas.

Os pagamentos por serviços ambientais (PSA) têm atraído interesse crescente como um mecanismo para traduzir os valores externos, não mercantis do ambiente, em verdadeiros incentivos para que os atores locais forneçam esses serviços (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Podem ajudar a tornar a conservação a opção

mais atraente para os gestores dos ecossistemas, induzindo-os a adotá-la. O PSA procura assim internalizar o que de outra forma seria uma externalidade (PAGIOLA; PLATAIS, 2007). Assim, o desenvolvimento dos programas com o PSA representa um exemplo-chave que assume importante papel no contexto de análise dos sistemas sociais e ecológicos (RODRÍGUEZ-ROBAYO; MERINO-PEREZ, 2017)

Porém, o PSA não é uma “bala de prata”, capaz de resolver qualquer problema ambiental. Os ecossistemas podem ser mal administrados por muitas razões, e nem todas são passíveis do uso do PSA como solução (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; PAGIOLA; PLATAIS, 2002). Questões como indefinições do direito de propriedade, falta de conhecimento ou de informação sobre uso do solo, falta de orientações ou de financiamento para novas tecnologias ou práticas mais rentáveis podem ajudar a determinar se o PSA é mesmo a melhor abordagem, o que exigirá uma análise cuidadosa da falha de mercado (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

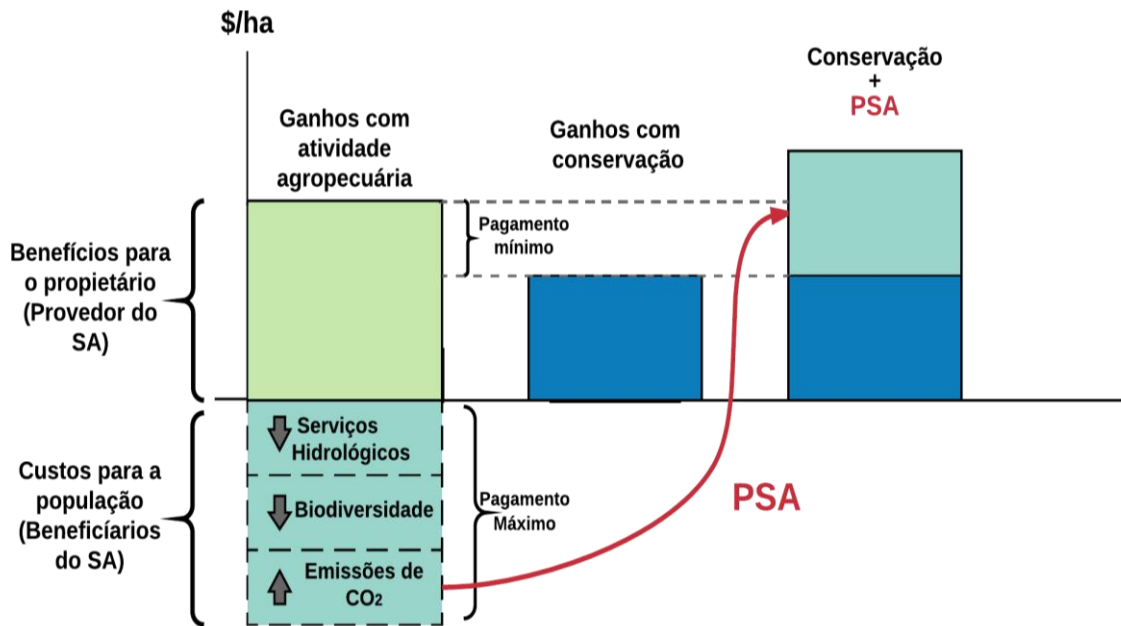
O campo de aplicação do PSA é, então, um conjunto estreito de problemas: aqueles em que os ecossistemas podem ser mal administrados porque muitos de seus benefícios são externalidades na perspectiva daqueles que são os seus gestores (PAGIOLA; PLATAIS, 2007). Se uma parte substancial dos benefícios forem externalidades, é improvável que outras abordagens voluntárias produzam frutos; a conscientização sobre os benefícios não terá muito peso em relação a benefícios individuais sem um incentivo, exceto aos atores mais altruístas (BRASIL, 2011; ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

Pagiola e Platais (2002) apontam como *princípios centrais* do PSA o pagamento àqueles que prestam SAs, e que devem ser compensados por fazê-lo por quem recebe seus benefícios, aos quais cabe pagar pela sua prestação. Trata-se de reverter parte dos benefícios usufruídos por quem consome a quem o fornece, com uma possível vantagem de criar fontes de renda adicionais para proprietários de baixa renda, ajudando a melhorar seus meios de subsistência (PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

O pagamento desses serviços pelos beneficiários pode tornar a conservação mais atraente ao proprietário, ao receber não só pelo benefício individual como pelo coletivo. Logicamente, o PSA devido ao proprietário deve ser em valor igual ou maior ao que seria recebido pelo uso alternativo, mais o benefício direto da conservação,

para que ele não mude seu comportamento, incluindo, no mínimo¹¹, os custos de oportunidade dos usos alternativos (MURADIAN *et al.*, 2010). Deve ser também menor que o valor dos benefícios fornecidos ou restaurados, ou dos custos impostos à população a jusante, para que tenha a disposição a pagar (*willingness to pay*) (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). A Figura 3 mostra essa relação.

Figura 3 - Lógica por trás do PSA



Fonte: adaptado de Pagiola e Platais (2002)

O PSA surge, então, como um instrumento para lidar também com a tendência à sub oferta (ou sobre-exploração) de SAs em decorrência da falta de interesse (ou de incentivo) por parte de agentes econômicos em atividades de proteção e uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2011; PAGIOLA; PLATAIS, 2002). Os serviços trocados incluem recursos hidrológicos, conservação da biodiversidade e, mais recentemente, captura de CO₂ por meio de mecanismos como Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) (BRASIL, 2011).

Em termos de resultados, são registados ganhos potenciais significativos na eficiência de custos em comparação aos outros mecanismos de C&C e os impostos

¹¹ Muradian *et al.* (2010) trazem uma percepção implícita na literatura de que o PSA deva cobrir todos os custos, incluindo, os custos de oportunidade completos. Estes, por sua vez devem ser proporcionais aos custos de restauração e de transação, regionais ou locais, conforme tipos de uso, perfil social e econômico das propriedades, devido à grande variação ao longo da bacia.

ambientais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). O PSA é um instrumento econômico pensado para estimular a proteção, o manejo e o uso sustentável de florestas, em especial em países sob pressão pelo desmatamento e degradação (BRASIL, 2011).

1.3 Definição, Critérios e Aspectos do PSA

1.3.1 Definição e Critérios

Os PSAs são uma abordagem de política pública para promover os usos desejáveis da terra por meio de pagamentos aos seus proprietários pelos usuários dos SAs (WUNDER, 2005). Em muitos casos, o termo PSA parece ser usado como um amplo “guarda-chuva”¹² para qualquer tipo de mecanismo de conservação baseado no mercado, incluindo mecanismos como a eco-certificação e a cobrança de taxas de entrada aos turistas (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Aqui usaremos a definição de Wunder (2005) para PSA que é a mais amplamente usada:

*PSA é uma **transação voluntária**, na qual um **serviço ambiental bem definido**, ou um uso da terra que possa assegurar este serviço, é adquirido por, pelo menos, **um comprador** de no mínimo, **um provedor**, sob a condição de que ele **garanta a provisão** do serviço (condicionalidade).*

Este conceito é fundamentado na abordagem de internalizar as externalidades. Procura pôr em prática o **teorema de Coase** (PAGIOLA; PLATAIS, 2007; TACCONI, 2012), que estipula que os problemas de efeitos externos podem ser superados, sob certas condições, através de negociações privadas entre as partes afetadas (COASE, 1960). O teorema estipula que, enquanto os custos de transação forem baixos o suficiente, as externalidades são mais eficientemente resolvidas em transações voluntárias entre agentes e não por instrumentos como impostos ou subsídios (COASE, 1960; HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017),

A definição de Wunder (2005) estabelece, assim, os 5 critérios que devem ser obedecidos para que um PSA esteja devidamente caracterizado. Na prática, é raro encontrar esquemas em curso que atendam a todos estes critérios, sendo a maioria um “tipo-PSA” ou “quase-PSA”, não cumprindo todos critérios simultaneamente

¹² O uso amplo é muitas vezes estratégico: muitos doadores e ONGs dizem, informalmente, que gostam de aplicá-lo porque é um termo “da moda” que ajuda a “vender” programas (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

(MURADIAN et al., 2010; WUNDER, 2005, 2007). Com base nessa definição, seguem as principais **características** de cada um dos cinco critérios necessários a um PSA:

a) Transação Voluntária

Os projetos de PSA que têm maior abrangência são baseados em políticas públicas. Principalmente no processo de criação de demanda ou mercados para os SAs, os governos podem ter um papel chave (VATN, 2010).

Entre todos os fatores envolvidos, o capital social é um dos mais críticos para o PSA e exerce um papel importante, uma vez que a desconfiança das partes interessadas pode impedir a obtenção de metas ambientais e também indicar que os incentivos econômicos são insuficientes por si só para gerar plena participação (MURADIAN et al., 2010). Dado um orçamento para executar um programa de PSA, o público alvo normalmente é associado àqueles que mostram a proporção mais favorável em termos de adicionalidade ambiental, com a disposição de aceitar compensação por tal esforço (MURADIAN, et al., 2010; MURADIAN et al, 2013).

Ao conduzir o desenho dos programas de recuperação ambiental ou de restauração florestal, grande obstáculo para muitos proprietários (RICHARDS et al., 2017; HOLL; HOWARTH, 2000), fornece o indicativo de estar optando pelo uso de um instrumento econômico de incentivo à produção de SAs. Por isso, um dos aspectos que merece atenção na fase de planejamento e de direcionamento do programa é o oferecimento de incentivos para o recrutamento de proprietários que dificilmente plantariam florestas por conta ou iniciativa própria (RICHARDS et al., 2016). Pagiola (2005) identifica que, além de atender aos requisitos exigidos para sua adesão, é preciso que o provedor do SA possua motivações e perceba seus impactos (i.e., benefícios diretos e indiretos), inclusive para além do período dos pagamentos, quando o seu horizonte for finito (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

É o que diferencia o PSA de instrumentos de C&C. O PSA não é um instrumento compulsório, mas sim um arcabouço negociado e pressupõe que potenciais provedores têm alternativas de escolha no uso da terra (TACCONI, 2012; WUNDER, 2005, 2007). Da mesma forma, ao pagador é dada a possibilidade de interromper o contrato e, portanto, o pagamento, especialmente se o SA almejado não for fornecido durante a execução do projeto ou programa.

No entanto, em muitos casos, não é dado o caráter voluntário à transação, ainda que os provedores tenham de fato outras alternativas (TACCONI, 2012). No Brasil, a aplicação do PSA a apoiar uma conduta em cumprimento a uma lei é o caso da maioria dos PSAs, onde se paga produtores rurais para que eles permitam que suas Áreas de Proteção Permanente - APPs sejam restauradas (BRASIL, 2011), pois nem sempre estão dispostos a pagar por esta restauração (HOLL; HOWARTH, 2000), a não ser quando impostas sanções.

b) Serviço ambiental (SA) bem definido

A maioria dos programas de PSA não envolve mercados, mas todos eles envolvem a conversão do bem ou serviço ambiental em *commodities*, até certo nível (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017). Por isso, a delimitação da 'mercadoria' requer que o SA a ser transacionado seja bem definido, o que, muitas vezes, é uma tarefa difícil e sua redefinição como *commodities* comercializáveis envolve esforços e intervenções organizacionais e políticas significativas (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017; MURADIAN *et al.*, 2013). No entanto, é uma etapa importante que deve ser claramente cumprida e dimensionada.

Uma outra questão importante de se lembrar é que a maioria dos SAs é **bem público puro**, isto é, os utilizadores não podem ser impedidos de se beneficiarem do serviço fornecido (não-excludente) e o consumo de um não afeta o consumo de outro (não-rival). O sequestro de carbono é o exemplo mais claro de um bem público puro, mas muitos outros SAs são, de fato, excludentes ou rivais no consumo. Em particular, serviços hidrológicos são **bens de clube** (*common pool resources*) do qual se beneficiam apenas os detentores dos direitos de água ou localizados na bacia hidrográfica, o que tem implicações importantes em como o PSA pode ser implementado (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Outra questão é como a maioria dos ecossistemas fornece não uma, mas uma grande variedade de SAs, os esforços são, por vezes, feitos para "agrupar" vários serviços em conjunto para venda ou em realizar por "camadas" de pagamentos de vários compradores aos fornecedores (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; LANDELL-MILLS; PORRAS 2002). As mesmas dificuldades de coordenação e de ocorrência de *free-riders* que são encontradas quando há vários usuários de um único

SA são encontradas em um grau ainda maior quando vários serviços são vendidos. O agrupamento ou distribuição dos serviços em camadas tem se mostrado um grande desafio, permanecendo com metas inalcançáveis, com raras exceções (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; LANDELL-MILLS; PORRAS 2002).

c) Comprador do Serviço:

Um sistema de PSA requer, em primeiro lugar, uma demanda, ou seja, que haja um comprador dos SAs (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Entretanto, devido às características de bens públicos, a disposição a pagar por eles tende a ser baixa. Nesse sentido, a pergunta que se coloca é: como definir os direitos de propriedade para os SAs e induzir a formação de demanda por eles?

Há uma distinção importante entre os casos em que os compradores são os usuários reais do SA e outros em que os compradores são terceiros (tipicamente o governo, uma ONG ou uma agência internacional) agindo em nome dos usuários (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Em um programa de PSA *financiado pelo usuário*, os compradores são demandantes reais do serviço. Um produtor de energia hidrelétrica que paga proprietários de terras para promoverem ações de conservação na bacia à montante de sua planta seria um exemplo. Pagiola e Platais (2007) argumentam que este é o tipo particularmente mais provável de ser eficiente, já que os atores com mais informações sobre o valor do serviço estão diretamente envolvidos, têm um claro incentivo para garantir que o mecanismo esteja funcionando bem, podem observar diretamente se o serviço está sendo entregue e têm a capacidade de renegociar o contrato, se necessário. É o que mais se assemelha à solução negociada prevista no teorema de Coase. Podem ainda decorrer da iniciativa de empresas em melhorar sua imagem ou de instituições que queiram mitigar os impactos de suas ações ao meio ambiente (BRASIL, 2011).

Nos programas de PSA *financiados pelo governo*, Engel, Pagiola e Wunder (2008) identificam que os compradores são um terceiro agindo em nome dos utilizadores do serviço, enquanto tutor do bem público a zelar por um interesse coletivo. Trata-se tipicamente de uma agência governamental, mas poderia ser uma instituição financeira internacional ou de conservação, no caso de externalidades globais. Como os compradores neste caso não são os usuários diretos do SA, eles

não têm informações de primeira mão sobre seu valor, e geralmente não podem observar se ele está sendo fornecido (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Eles também não têm um incentivo direto para garantir que o programa esteja funcionando eficientemente; ao contrário, são frequentemente suscetíveis a pressões políticas.

Devido a esses fatores, Pagiola e Platais (2007) argumentam de um lado que programas financiados pelo governo são mais sujeitos a ineficiências. Por outro lado, registram que podem ser mais viáveis do que os financiados pelos usuários devido a economias de escala nos custos de transação. Nestes casos, arranjos envolvendo governos locais, ONGs ou organizações internacionais desempenham um papel importante para sua redução.

Engel *et al.* (2008) identificam que, embora existam boas razões para esperar que os programas de PSA financiados pelos usuários sejam mais eficientes do que os financiados pelo governo, há muitos casos em que os programas financiados pelo governo podem ser a única opção. Para os casos envolvendo a biodiversidade, cujos SEs a ela relacionados são bens públicos quase puros, é pouco provável que uma demanda consistente surja de forma voluntária. É muitas vezes difícil delimitar os usuários e a inexclusividade implica que os usuários têm fortes incentivos para *free-rider* (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

A distinção-chave entre os dois tipos não é apenas quem paga as contas, mas quem tem autoridade para o orçamento e para a tomada de decisões sobre serviço fornecido¹³ (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Assim, para os economistas, quando as condições adequadas de mercado não emergirem espontaneamente, a intervenção do governo pode ser a única maneira de implementá-lo (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

Nos casos intermediários, de PSA fundamentados no interesse voluntário, existe certo grau de exclusividade e rivalidade no uso do SA como, por exemplo,

¹³ Programas de PSA operados pelo governo são financiados por meio de taxas obrigatórias cobradas aos usuários dos serviços e não de receitas gerais. Costuma-se questionar se esses programas devem ser considerados financiados "pelos usuários" ou "pelo governo". Engel, Pagiola e Wunder (2008) defendem que sejam financiados pelo governo, sendo os financiados por companhias públicas de abastecimento um bom exemplo, que visa garantir o abastecimento de água, financiado por concessionárias a partir de parte da receita gerada pelas taxas de uso da água. Ainda que pareça razoável considerá-lo financiado pelo usuário, estes não tomam as decisões, nem têm qualquer opção de reter os pagamentos se não receberem os serviços que procuram.

quando um usuário tem uma parcela suficientemente grande de benefícios pelos SEs envolvidos que valha a pena para ele pagar por todos custos necessários para conservá-los (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

O processo de definição dos serviços a serem conservados geralmente é dominado pelos compradores dos SAs (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017). Grande maioria desses casos envolve a demanda por água (BRASIL, 2011). Os programas de PSA são frequentemente implementados em situações monopsonicas ou oligopsonicas, onde o SA beneficia apenas um determinado usuário ou é produzido por um grupo pequeno bem definido de atores, respectivamente (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Os incentivos para o *free-rider* e os custos de transação tornam-se relativamente menores.

d) Provedor (vendedor) do Serviço

De acordo com Engel, Pagiola e Wunder (2008), os potenciais provedores de um SA são os atores que estão em posição de salvaguardar a entrega do serviço. Em geral, são os proprietários de terras, a quem a grande maioria dos programas de PSA é dirigida (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Vale lembrar que os governos também são proprietários de terras e, portanto, os programas de PSA podem, em tese, ser dirigidos, total ou parcialmente, para terras públicas como áreas protegidas.

Para que um sistema de PSA se consolide é necessário que haja oferta por aqueles que se comprometam a manter o provimento dos SAs. Este provimento pode se dar pelo restabelecimento de áreas protegidas, extrativismo, sistemas agroflorestais, sistemas de agricultura orgânica, restauração de matas ciliares, estabelecimento de corredores ecológicos, entre outros (BRASIL, 2011). Quem quer que os provedores/vendedores possam ser, o PSA deve identificar qual a sua percepção de custo pela provisão do SA e priorizar os provedores de baixo custo. Enquanto a participação for voluntária, é pouco provável que os vendedores de SA aceitem um pagamento inferior ao seu custo de fornecer o SA (WUNDER, 2007).

A existência de provedores também é condicionada à existência de sistemas indutores. Muitas vezes, são necessárias políticas/programas ou legislação específicos para capacitar potenciais ofertantes a se tornarem efetivos provedores. É preciso que as condições para sejam claramente apresentadas, a mostrar as

vantagens, os riscos, as eventuais contrapartidas e os benefícios a serem gerados com sua implementação (DAILY *et al.*, 2009; ENGEL, 2016;),

e) Condicionalidade

Engel, Pagiola e Wunder (2008) identificam a condicionalidade como etapa crítica para o PSA. Para que os pagamentos sejam condicionais, deve ser possível estabelecer uma linha de base contra a qual as unidades adicionais do SA fornecido possam ser medidas. Isto requer a compreensão de caminhos causais (processos) e da extensão e distribuição espacial, desenvolvendo padrões ou indicadores para fácil reconhecimento e monitoramento por meio de medidas simplificadas dos SAs fornecidos (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Idealmente, os pagamentos devem ser feitos proporcionalmente ao SA fornecido. Contudo, esses pagamentos "baseados na produção" muitas vezes não são possíveis, uma vez que o nível de prestação de muitos serviços não pode ser observado pelos proprietários da terra, impedindo-os de geri-las adequadamente (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Por isso, os programas de PSA são normalmente baseados em *inputs* ou em atividades, com os pagamentos feitos por hectare de floresta conservada ou área corretamente manejada. Os programas de PSA baseados em *inputs* geralmente dividem a condicionalidade em: (i) se os fornecedores de SA cumpriram os contratos realizando os usos da terra neles especificados e (ii) se estes usos estão de fato a gerar os serviços almejados. A maioria dos programas não vai além do monitoramento do cumprimento do uso da terra (PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

Por fim, muitos casos de PSA não cumprem os critérios de condicionalidade. Por exemplo, quando as iniciativas são pouco controladas ou não são monitoradas, os pagamentos são feitos de forma adiantada em vez de gradativa, ou ainda são feitos de boa-fé, não dependente da prestação dos serviços (HAUSKNOST, GRIMA e SINGH, 2017; MURADIAN *et al.*, 2010, WUNDER, 2007).

O PSA descrito por Wunder em 2005 foi, assim, rotulado como "Coaseano", de caráter "privado" (WUNDER, 2005) ou "financiado pelo usuário", prontamente adotado como referência nos trabalhos que o sucederam. No entanto, muitos registraram que essa construção de mercado não é sempre possível. Os critérios se

mostraram controversos e foram posteriormente bastante criticados na literatura (TACCONI, 2012; ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Em 2015, o próprio autor revisou esses critérios para atualizá-los às críticas e experiências empíricas. Reagindo às controvérsias, Wunder (2015) reviu sua definição e proporcionou uma nova concepção de PSA como:

*transações **voluntárias** entre **utilizadores** de serviços e **prestadores** de serviços que são condicionados a **regras acordadas** para a gestão dos recursos naturais para gerar um **serviço externo**.*

O Quadro 1 mostra as semelhanças e diferenças entre os conceitos. As duas perspectivas de Wunder não apenas definem o PSA de maneiras ligeiramente distintas, mas também sugerem papéis um pouco diferentes na conservação dos ecossistemas e no desenvolvimento rural (TACCONI, 2012). Nota-se que, após críticas à abordagem anterior, Wunder (2015) adequa seus critérios às condições empíricas em que o PSA vem sendo utilizado, para torná-los mais amplos e adaptáveis¹⁴, ao entender que a definição anterior estaria perdendo algumas abordagens nas estruturas institucionais. Outro dos motivos é o fato de que, na prática, em muitos dos programas, o PSA está mais associado à atividade ou ao uso da terra (manutenção das áreas restauradas ou da conversão do uso, por exemplo) do que ao serviço (aumento da biodiversidade, qualidade ou quantidade da água, diminuição da erosão etc), mais difíceis de aferir e cumprir¹⁵ (TACCONI, 2012; HOLL e HOWARTH, 2000).

Quadro 1 - Quadro com os critérios definidos e revisados por Wunder.

| Crítérios para o PSA | |
|---|---|
| <i>Wunder, 2005</i> | <i>Wunder, 2015</i> |
| Transação voluntária, | Transações voluntárias (<i>supply side</i>) |
| Serviço ambiental bem definido | Serviço externo |
| Pelo menos, um comprador e um produtor | Usuários e prestadores de serviços |
| Garantia da provisão do SA (condicionalidade) | Cumprimento das regras acordadas |

Fonte: Wunder (2005; 2015)

¹⁴ Wunder (2015) alega que uma boa definição não deve comprometer a precisão, mas evitar redundâncias e complexidade excessiva. Por isso, aponta 4 motivos que o levou a redefinição dos critérios do PSA: torná-lo consistente e preciso; distingui-lo de incentivos positivos indiretos (como o ICDP, p.e.); ser robusto para variações intertemporais na implementação; e ser simples o suficiente para ser lembrado.

¹⁵ "Se a medição com um grau razoável de precisão não for possível, a extensão da externalidade não pode ser determinada, e não haveria base para negociar um acordo coaseano" (TACCONI, 2012)

Uma das primeiras adequações adveio do carácter transcendente dos SAs, que fez a variável do PSA "financiada pelo governo", atuando como 'comprador' em nome dos usuários finais do serviço (ENGEL *et al.*, 2008; WUNDER, 2007), tornar-se particularmente comum. Como já visto, "negócios coaseanos" envolvendo serviços e bens relacionados à recursos naturais são extremamente difíceis de organizar, dado o enorme escopo para a livre circulação ("*free riders*") entre seus usuários e os altos custos de transação (WUNDER, 2015). Por isso que o instrumento se adaptou bem à intervenção do Governo, que passa a desempenhar o **papel de mediador** na maioria dos arranjos construídos, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil (MURADIAN *et al.*, 2010).

O novo conceito se aproxima aos de Porras e autores (2012) e Tacconi (2012), que define PSA como um "*sistema transparente para a prestação adicional de serviços ambientais através de pagamentos condicionados a provedores voluntários*"; deliberadamente não especifica quem paga pelo lado da demanda (*supply-side*), nem se os pagamentos seriam voluntários, mantendo as outras características de Wunder (2005) intactas, como a condicionalidade. Notadamente, Tacconi (2012) inclui a **adicionalidade** (entrega de serviços incrementais) e a **transparência** como critérios, a ser melhor discutido no Capítulo 4. Por sua vez, Porras *et al.*¹⁶ (2012) defendem a obrigatoriedade do aspecto voluntário da transação apenas do lado do provedor (*supply-side*) e a possibilidade de existirem múltiplos beneficiários.

Assim, Wunder (2015) mantém o aspecto voluntário à adesão e muda a denominação de 'comprador' e 'provedor' para 'utilizador' e 'prestador', respectivamente, dando um carácter menos mercantil ao instrumento, o que na prática pode vir a estimular os fatores intrínsecos para a adesão (PAGIOLA, 2005; VATN, 2010; TACCONI, 2012). Hausknost, Grima e Singh (2017) entendem que esta nova compreensão responde a alguns dos desafios, principalmente pela substituição de alguns dos termos ideologicamente carregados (compradores/vendedores) por outros mais neutros (usuários/provedores). Mas persiste o desafio substancial da frequente

¹⁶ "PES is a transaction in which a supplier or seller of the ecosystem service is responding to the offer of compensation from a **single or multiple beneficiaries** (...) and/ or a **beneficiary separate from the seller** which is not a central government entity, compensation is conditional upon the land management practices specified by the program, and the **voluntary component is only attached to the supply-side of the transaction** in that the provider 'voluntarily' enters in to the contract." (PORRAS *et al.*, 2012)

falta de condicionalidade e voluntariedade praticamente sem resposta.

1.3.2 Fatores que influenciam o uso do PSA

De acordo com Engel *et al.* (2008), os pagamentos podem ser diferenciados no espaço e/ou entre os provedores, com base nos serviços fornecidos (segmentação *por benefícios*), custos de provisão de SAs (segmentação *pelos custos*) ou uma mistura de ambos. Em relação ao modo de pagamento, o PSA é geralmente feito em dinheiro, mas também pode envolver benefícios pelas medidas utilizadas na restauração de áreas degradadas, principalmente aos mais pobres (PAGIOLA; ARCENAS; PLATAIS, 2005).

Sob o ponto de vista da eficiência de Kaldor-Hicks, para que a implementação de um esquema de PSA valha a pena, o valor do pagamento deve ser inferior ao valor do SA fornecido e no mínimo igual ao custo de oportunidade somado aos custos de transação enfrentados pelo provedor do serviço¹⁷, para que lhe pareça atraente à adesão (ENGEL, 2016). Ou seja, igual a diferença dos benefícios líquidos entre a atividade tradicional, que teria sido realizada sem o esquema de PSA, e a que se busca promover adotando o PSA (BRASIL, 2013; ENGEL, 2016).

Questões como a distância aos mercados, a infraestrutura, as flutuações de preços, o nível da tecnologia predominante adotada, o acesso ao crédito e as restrições de mão-de-obra, afetam o potencial de produção, e, portanto, nas decisões sobre o uso da terra. Nesse sentido, há de se priorizar a escolha de áreas para a restauração conciliando aquelas com **baixos custos de oportunidade**¹⁸ com as que possam potencializar o fornecimento dos SAs almejados, como as áreas de recarga e outras relevantes sob o ponto de vista ambiental (APPs e RLs). São questões que orientam as opções de desenvolvimento em algumas propriedades, adaptadas às peculiaridades locais (RICHARDS *et al.*, 2017; VIANI, 2015) e associadas ainda a baixa infraestrutura em regiões pobres, dominadas por estradas de terra em encostas

¹⁷ Engel (2016) chama de **custos de provisão** o PSA quando considera não apenas os custos de oportunidade (perda de lucros decorrentes das atividades de mudança), mas também os custos de transação envolvidos na mudança de atividades e na inscrição do proprietário ao PSA (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

¹⁸ Áreas de encostas e depressões, localizadas em relevo altamente acidentado, oferecem riscos de produção pela perda de gado por quedas, p.e., tornando sua intensificação pela gestão de pastagens insustentável. São áreas ambientalmente relevantes para a conservação do solo e recarga de aquíferos que, normalmente, incorrem em deslocamentos pelo proprietário para plantio de eucalipto ou abandono mais provável (RICHARDS *et al.*, 2016).

íngremes, difíceis de percorrer durante os períodos úmidos.

Por fim, crucial atenção deve ser dada a estimativa de custos, além os do PSA. Outros custos inerentes a programas que envolvam a recuperação ambiental e o uso do PSA são significativos, igualmente (ou até mais) relevantes que os custos de oportunidade, de acordo com as complexidades inerentes aos sistemas sociais e ecológicos (ENGEL, 2016; ENGEL; MURADIAN *et al.*, 2010; PAGIOLA; WUNDER, 2008; TACCONI, 2012; VATN, 2010). Custos associados, como os de monitoramento e de transação, representam um peso considerável na composição dos custos totais de políticas e não são normalmente inseridas nas avaliações empíricas de projetos, o que poderia aumentar a sua eficiência e sustentabilidade (McCANN *et al.*, 2005). De acordo com McCann (2013), nos C_{trans} podem estar embutidos: a investigação, coleta e análise de informação associada; a promulgação ou mudança de normas ou legislação (*lobbying*/pressões sociais); a concepção e implementação da política (custos de atrasos decorrentes); o suporte e administração da política em curso; os custos de contratação (custos adicionais de informação, de negociação e de decisão); o monitoramento (acompanhamento do resultado ambiental ou o nível de conformidade, desenvolvimento de tecnologias de monitoramento); e os custos de resolução de conflitos, se encontrada a falta de conformidade. Ou seja, é o gasto com tudo aquilo que for preciso para que uma negociação seja concluída.

Para estimativa dos custos, McCann *et al.* (2005) defendem ser necessário identificá-los conforme ciclo de vida do programa, nas principais fases (avaliação *ex-ante*, COM e SEM o projeto). Tal questão será mais aprofundada no Capítulo 4.

1.3.3 Estabelecimento do PSA e Tipos de atividade

Programas com PSA não são criados de forma isolada. Fazem parte de projetos que envolvem decisões tipicamente políticas (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017; MURADIAN *et al.*, 2010), desenvolvidas em contextos ambientais, econômicos e sociais específicos, e que estão sujeitos ao empurrão e atração de muitas partes interessadas, a depender do caminho escolhido (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Fatores como a origem da iniciativa (governamental ou privada) e os SAs que serão objetos do programa tendem a impactar no escopo dos programas.

Engel *et al.* (2008) chamam a atenção para objetivos paralelos, como o alívio da pobreza, o desenvolvimento regional ou a melhoria da governança - implícita ou explícita – que também podem ter uma influência significativa na concepção do programa. Alguns são desenvolvidos a partir do zero, enquanto outros se baseiam em arranjos pré-existentes, talvez originalmente destinados a propósitos diferentes. Uma questão a ser observada é se é melhor introduzir um programa de PSA e depois melhorá-lo, ou se melhorar esse programa mais tarde é mais difícil do que projetá-lo cuidadosamente desde o início.

Outra questão está na "criação" ou "redução de atividade", termos por vezes utilizados para caracterizar os programas com uso do PSA. Engel *et al.* (2008) entendem que esses termos podem ser ambíguos, pois os impactos de curto prazo podem diferir dos de longo prazo. Um programa de PSA que apoia o reflorestamento de terras atualmente utilizadas na agricultura pode ser criador de atividade no curto prazo (quando árvores são plantadas) e vir a ser redutor no longo prazo (uma vez que a floresta substitui/u a produção agrícola).

Em todo caso, o PSA atua pagando prestadores de serviços por meio de usos (ou não usos) específicos da terra pensados para proverem o SA desejado (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). A conversão de áreas para a cobertura florestal ou com vegetação nativa são frequentemente promovidos pelos programas de PSA, mas os programas não se limitam só às florestas. Além da provisão de SAs, a natureza do uso da terra promovida por um programa de PSA também pode ter outros impactos importantes. Quando os programas envolvem mudanças no uso da terra, os custos tendem a ser muito mais altos do que quando os programas se concentram em conservar os usos existentes (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

A análise de contexto econômico, social e cultural, local e regional, faz-se necessária e é primordial para se definir o tipo de pagamento a ser estimulado, pois é de se esperar que programas de PSA também impactem nas economias locais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Por exemplo, manter a floresta em vez de convertê-las para uso agrícola tende a reduzir a demanda local de trabalho em comparação com outros usos, mas substituir pastagens degradadas por práticas silvo pastoris ou agroflorestais mais intensivas tende a aumentar esta demanda.

1.4 Princípios e Estrutura Institucional do PSA

Para a sobrevivência e o pleno êxito do instrumento, são necessárias fontes seguras de financiamento e uma estrutura institucional de suporte. Um programa de PSA terá o efeito desejado se influenciar na decisão sobre uso da terra. Dessa premissa, segundo Pagiola e Platais (2002), é possível identificar alguns princípios:

- a) **Pagamentos contínuos e abertos:** os benefícios almejados serão desfrutados ano após ano, desde que os usos apropriados da terra sejam mantidos. Por isso, a importância da existência de fontes que garantam o pagamento a longo prazo, enquanto for mantido o uso desejado da terra, para que os produtores tenham o incentivo permanente e continuado para a conservação.
- b) **Pagamento direcionado:** um programa que direciona pagamentos indistintos, mesmo valor a todos é mais caro e mais injusto do que um esquema condicionado. Também torna difícil adaptar as intervenções às necessidades específicas de determinados projetos e remunerar as adicionalidades. Um regime de pagamento específico pode ser mais dispendioso de se implementar do que um regime não segmentado, mas se faz necessário encontrar um equilíbrio entre as vantagens de eficiência e os custos pelo direcionamento.
- c) **Incentivos perversos:** de acordo com as peculiaridades sociais da região, é preciso ter cuidado para que o programa não incorra em incentivos perversos. Como exemplo, que os pagamentos pelo reflorestamento acabem por encorajar os usuários da terra a cortarem árvores em pé para se qualificarem.

Tais condições perpassam pela correta identificação dos beneficiários, que irão financiar direta ou indiretamente, o PSA. A disposição a pagar (*willingness to pay* - WTP) dependerá do conhecimento pleno sobre os SAs do programa em que estarão envolvidos, do valor deste serviço (em comparação com os custos das opções alternativas) e do tamanho do grupo envolvido (PAGIOLA; PLATAIS, 2002).

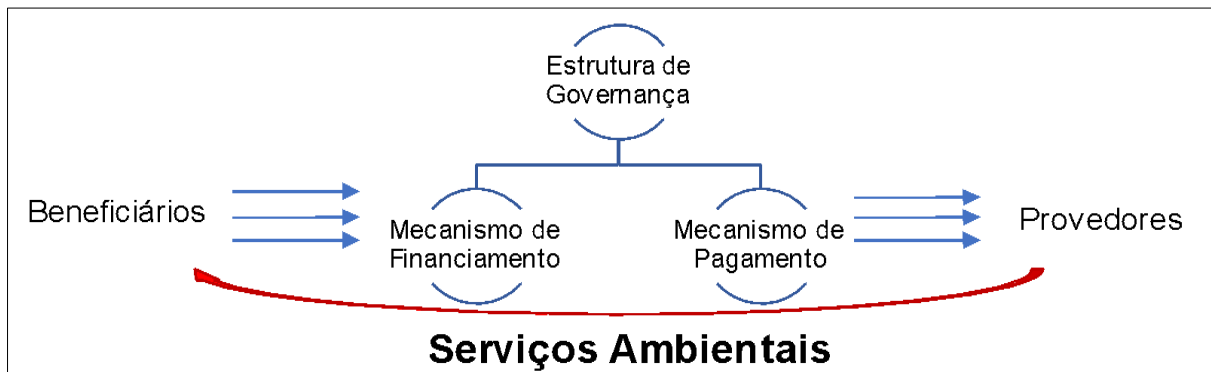
Efeitos indesejados também devem ser observados e evitados. Latawiec *et al.* (2015) alertam que projetos de restauração ecológica em grande escala, mal planejados, podem causar 'vazamentos': é o deslocamento de atividades agrícolas levando à eliminação da vegetação nativa em outros lugares, com os consequentes impactos na biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Outros estudos identificam que pode aumentar a concorrência pela terra, especialmente em áreas de produção de gado em escala, resultando da sua escassez (LATAWIEC *et al.*, 2015).

Por isso, uma estrutura institucional de suporte e acompanhamento ao PSA é necessária em todo programa que se propõe a utilizar o instrumento. A Figura 4 mostra o fluxo mínimo necessário onde se identifica que os benefícios capturados dos

SAs providos em determinado período e o pagamento devido por eles precisam ser capturados e canalizados por uma estrutura que irá direcioná-los aos provedores, mantendo assim o incentivo.

Essa estrutura de governança irá gerenciar não apenas o recurso a ser direcionado, mas também os canais de informação e de mobilização social. Os participantes do programa precisam ter pleno conhecimento das condições e dos valores dos serviços a serem prestados ou consumidos, momento em que terão a oportunidade de negociar o pagamento. Como o PSA tem por base um valor mínimo compensatório pelo não uso alternativo da terra, os direitos de propriedade deverão ser exercidos e claramente definidos

Figura 4 - Fluxo do PSA, do beneficiário ao provedor



Fonte: Adaptado de Pagiola e Platais (2002)

Por fim, para se avaliar a eficiência do instrumento e a qualidade dos projetos onde é aplicado, são necessários mecanismos de monitoramento e de conformidade. Embora possuam custos de transação associados que devem ser contabilizados, Pagiola e Platais (2002) defendem que o monitoramento no PSA é mais simples do que no uso de instrumentos regulatórios, de comando e controle. Entendem que, enquanto normas e regulamentos penalizam os proprietários da terra, incentivando-os a esconderem suas ações, o PSA os recompensa. Assim, concluem que o ônus da prova é invertido: em vez de o regulador ter de provar que os utilizadores da terra violaram os regulamentos, os proprietários da terra devem provar que prestam os SAs desejados para poderem ser beneficiados com o PSA.

Pagiola e Platais (2007) observam ainda que uma das atrações do PSA é sua capacidade de se adaptar às condições em mudança: se a participação é voluntária

para compradores e vendedores, todos têm a opção de ir embora a qualquer ponto, conforme as condições. Assim, uma rede de mecanismos reguladores e institucionais de apoio pode ser necessária para se manter os quesitos de atração aos participantes e para que o Programa funcione de forma eficaz (PAGIOLA, 2005; PAGIOLA; PLATAIS, 2002). Estabelecer uma infraestrutura própria não é fácil e raramente é de baixo custo, sendo um dos pontos cruciais para a implantação do instrumento. Entre os programas aplicados no Brasil, o melhor exemplo está no Produtor de Águas, com a estrutura da Unidade Gestora do Projeto (UGP), a ser melhor discutida no Cap. 4.

1.5 Modelos de PSA

Em levantamento realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (2011), foram identificadas 40 iniciativas de PSA relacionadas a recursos hídricos no bioma de Mata Atlântica, em uma área total de 40 mil hectares. Em geral, são organizadas por prefeituras municipais, órgãos estaduais de meio ambiente e organizações não governamentais, bem como pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2011).

A ANA exerce papel fundamental na difusão do PSA, devido ao seu programa Produtores de Água (PdA), maior referência de PSA relacionados a recursos hídricos no Brasil (BRASIL, 2011). Iniciado em 2001, o PdA incentiva o uso sustentável da terra e a restauração florestal, envolvendo os comitês de bacias hidrográficas. Cumprida a tarefa inicial com o desenvolvimento de marcos legais e administrativos que possibilitassem os incentivos financeiros para melhor uso da terra, foram desenvolvidos vários projetos-piloto do PdA, a fim de demonstrar seus benefícios em campo (ANA, 2012; VIANI; BRACALE, 2015).

O primeiro foi o programa Conservador das Águas, em Montes Claros e Extrema/MG em 2005 (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). Os projetos, inicialmente implementados na pequena bacia de Posses, a partir de 2015, expandiram-se, atingindo 53 propriedades, o que resultou em um aumento de 60% na cobertura florestal nas áreas do programa (RICHARDS *et al.*, 2015). Em seguida, foi lançado na porção paulista do Sistema Cantareira o PdA da bacia Piracicaba-Capivari-Jundiá (PdA-PCJ), cujo financiamento dos contratos-piloto foi feito pelo CBH-PCJ (VIANI, 2012), uma nova abordagem para aprimorar a gestão ambiental do programa,

aumentando sua eficácia.

A partir de 2006, houve a difusão do instrumento em diversos estados (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). No Espírito Santo, houve a experiência do programa “ProdutorES de Água” que implementou o PSA na bacia hidrográfica do rio Benevente em 2005, envolvendo menos que 4.000 ha em quatro anos. Atualmente, o governo do Estado, apoiado pelos Institutos Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) e o de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF), lançaram o Programa Reflorestar com o objetivo de restaurar 236.000 ha de floresta por meio da restauração e conservação em grande escala até 2025 (LATAWIEC et al., 2015), conciliando-o com o plano de desenvolvimento agrícola e florestal do estado. Da experiência do Reflorestar (SOSSAI, 2017), destaca-se o fluxo de procedimentos bem definidos e a construção do sistema ‘Reflorestar’, plataforma construída com softwares livres e adaptável ao Programa em questão.

Em Minas Gerais, o programa Bolsa Verde abrange cerca de 32.000 ha - de longe, a maior área de qualquer programa brasileiro de PSA (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). Oferece o PSA de R\$ 200/ha/ano para a conservação de florestas, considerado um valor relativamente alto para os padrões da modalidade, o que explica seu sucesso em atingir uma grande área em curto período.

Todos têm por base o pagamento em valores próximos às estimativas de receita do produtor rural em atividades degradadoras e de baixo rendimento. No ES, a partir de dados e informações provenientes de instituições estaduais, chegou-se a um valor médio do custo de oportunidade de R\$ 678,59. A Lei Estadual nº 8995/08 reconhece como passíveis de pagamento diversos SAs¹⁹. Conforme detalhado por Silva *et al.* (2008), como num primeiro momento o projeto reconhecia o pagamento em espécie somente o serviço de incremento da disponibilidade de recursos hídricos, o valor definido para o PSA = $1/3 * C_{oport}$, ou seja, R\$ 246,34 (ha/ano).

No PdA, a ANA fornece suporte técnico aos usuários locais que queiram desenvolver programas de PSA para proteger seu fornecimento de água, geralmente

¹⁹ [1] conservação e melhoria da qualidade e disponibilidade hídrica pelo abatimento de erosão; [2] conservação e incremento da biodiversidade; [3] redução de processos erosivos e [4] fixação sequestro de carbono para minimização os efeitos das mudanças climáticas globais.

em escala de microbacias (BRASIL, 2011). Em geral, o PdA embasa os cálculos do PSA nos percentuais de abatimento da erosão, segundo o tipo de manejo do solo e os valores de referência definidos para cada tipo de uso (ANA, 2012). Considera ainda a modalidade²⁰ escolhida em cada projeto, a qualidade da restauração realizada, o nível de engajamento do produtor e o estágio sucessional.

²⁰ I – Conservação de solo; II – Restauração ou Conservação de APP e/ou Reserva Legal; III – Conservação de remanescentes de vegetação nativa.

CAPÍTULO 2 - A BACIA DO RIO DOCE ANTES E DEPOIS DO DESASTRE: QUESITOS PARA O RECOMEÇO

2.1 A bacia do Rio Doce e suas peculiaridades

A bacia do Rio Doce está localizada na região sudeste do Brasil, entre os paralelos 17° 45' e 21° 15' S e os meridianos 39° 30' e 43° 45' W (Figura 5). Dos seus 86.710 km² de área, 86% estão inseridos no estado de Minas Gerais e o restante no estado do Espírito Santo, abrangendo 230 municípios ao todo (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

Figura 5 - Localização regional da bacia do rio Doce



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

O rio Doce recebe esse nome depois do encontro do rio Piranga, seu principal formador, com o rio do Carmo no município de Ponte Nova, em Minas Gerais. O rio Piranga nasce nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, limites oeste e sul da bacia, no município de Ressaquinha/MG. O rio do Carmo, por sua vez, nasce no município de Ouro Preto (LOUZADA, 2016), tendo como principal afluente o Rio Gualaxo do Norte, principal rio impactado pelo desastre em Mariana/MG.

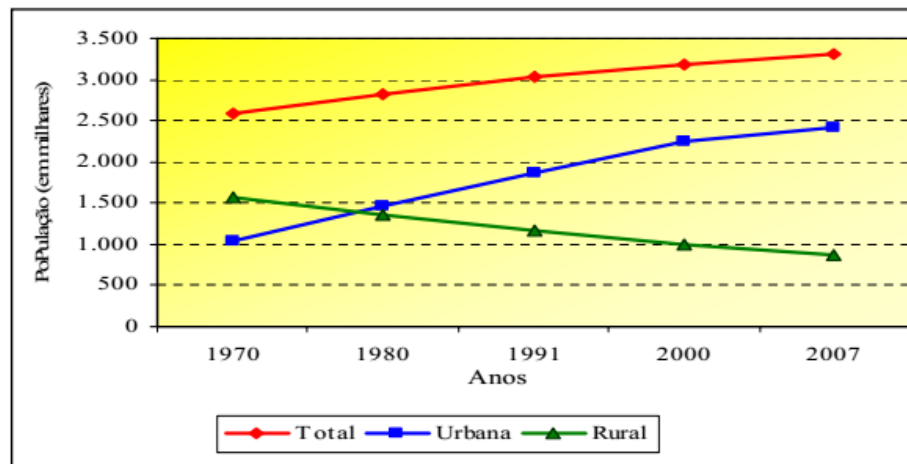
O clima na bacia é tipicamente tropical de altitude, com chuvas de verão e

precipitação média anual variando de 900-1.500mm. As temperaturas médias estão entre 18-24°C. O relevo é predominantemente ondulado, montanhoso e acidentado.

Está em sua maior parte na ecorregião da Mata Atlântica (82%, com apenas 18% no Cerrado), bioma considerado *hotspot* de biodiversidade e de endemismos (BRASIL, 2011). A Mata Atlântica também abriga mais de 125 milhões de pessoas e produz cerca de 70% do PIB brasileiro, sendo que residem na bacia cerca de 3,7 milhões de habitantes, com a população urbana representando mais de 95% da população total (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010; LOUZADA, 2016).

Como se pode observar na Figura 6, as taxas de crescimento absoluto da população na bacia têm apresentado tendência a diminuir ao longo dos últimos anos, sendo inferiores às taxas observadas no Brasil. Em específico, as taxas de crescimento negativo da população rural indicam que o êxodo rural na bacia é generalizado (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

Figura 6 - Crescimento da população urbana e rural na bacia do rio Doce



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

Em um contexto regional, a bacia do Rio Doce se subdivide em 09 sub bacias ou Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) (Figura 7). Em Minas Gerais, estão presentes seis das UPGRHs, às quais correspondem aos comitês estaduais de bacia:

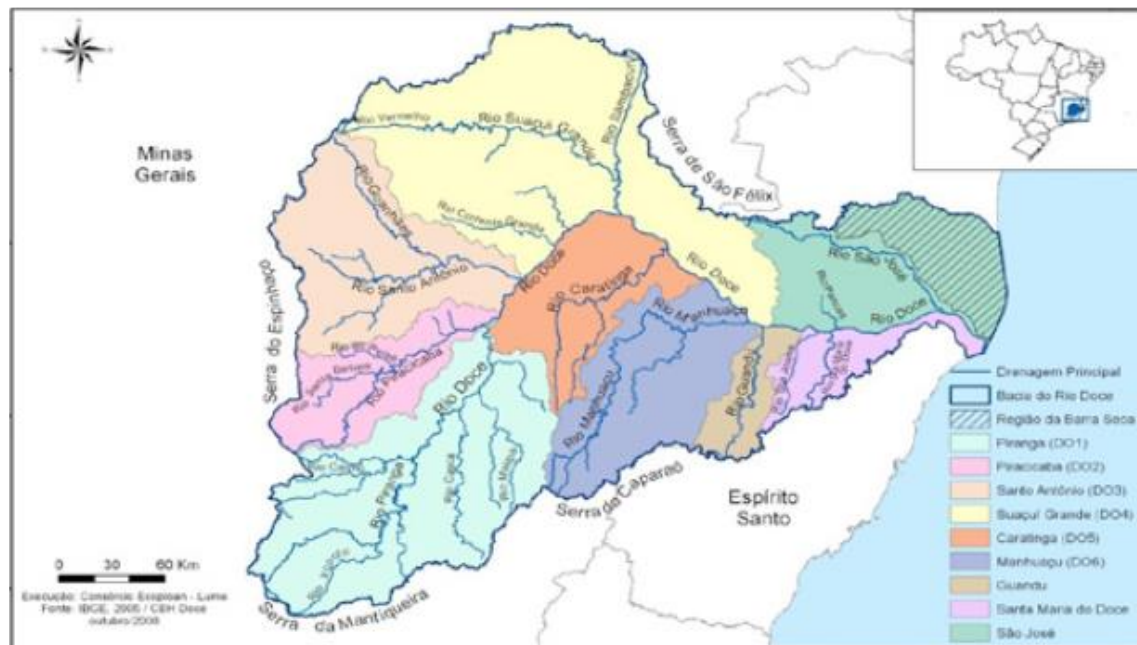
- UA1 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piranga;
- UA2 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba;
- UA3 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio;
- UA4 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí;

- UA5 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Caratinga; e
- UA6 – Comitê de Bacia Hidrográfica Águas do rio Manhuaçu.

A parte capixaba é dividida em unidades de análise (UAs), onde também existe a presença dos seguintes comitês estaduais:

- UA do Rio Guandu;
- UA do Rio Santa Maria do Doce; e
- UA do Rio São José.

Figura 7 - Mapa com a distribuição das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos da bacia do rio Doce.



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

A subdivisão da bacia do Rio Doce e a área que ocupam cada uma das sub-bacias são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Unidades de análise (UAs) da bacia do rio Doce e suas respectivas áreas de drenagem.

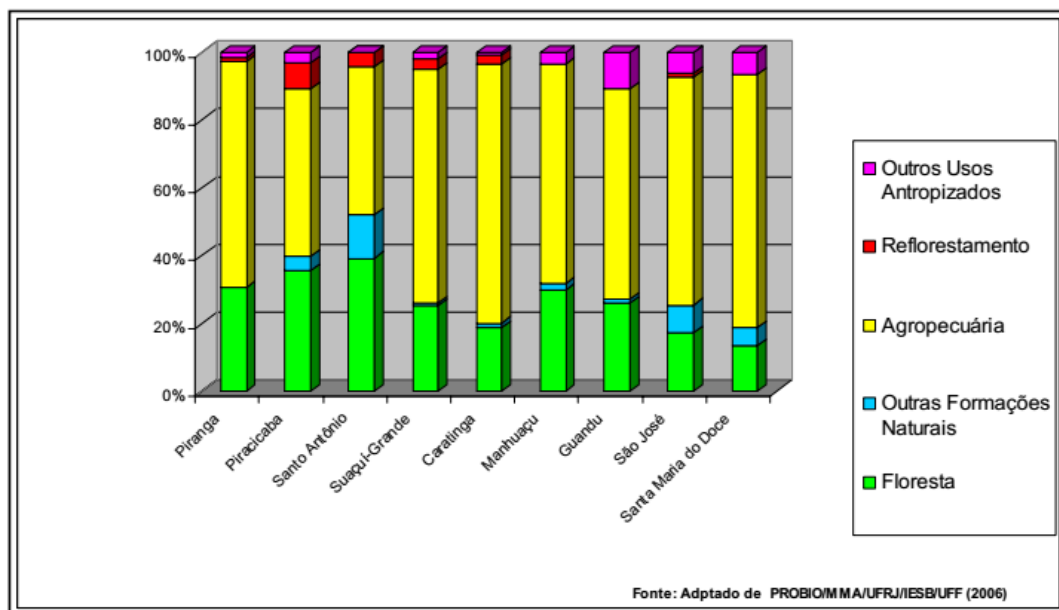
| UF | Subdivisões da Bacia do rio Doce | Área de Drenagem (km ²) | Percentual | Total (km ²) | |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------|--------------------------|----------|
| MG | UPGRH Piranga (UA1) | Bacia do rio Piranga | 6.606,6 | 37,6% | 17.571,4 |
| | | Bacia do rio Casca | 2.510,6 | 14,3% | |
| | | Bacia do rio do Carmo | 2.278,0 | 13,0% | |
| | | Bacia do rio Matipó | 2.549,7 | 14,5% | |
| | | Bacia Incremental (DO1) | 3.626,5 | 20,6% | |
| | UPGRH Piracicaba (UA2) | Bacia do rio Piracicaba | 5.465,4 | 96,2% | 5.681,5 |
| | | Bacia Incremental (DO2) | 216,1 | 3,8% | |
| | UPGRH Santo Antônio (UA3) | Bacia do rio Santo Antônio | 10.429,5 | 96,9% | 10.758,9 |
| | | Bacia Incremental (DO3) | 329,4 | 3,1% | |
| | UPGRH Suaçuí (UA4) | Bacia do rio Suaçuí Grande | 12.413,0 | 57,6% | 21.555,3 |
| | | Bacia do rio Suaçuí Pequeno | 1.719,4 | 8,0% | |
| | | Bacia do rio Corrente Grande | 2.478,2 | 11,5% | |
| | | Bacia Incremental (DO4) | 4.944,8 | 22,9% | |
| | UPGRH Caratinga (UA5) | Bacia do rio Caratinga | 3.228,7 | 48,4% | 6.677,6 |
| | | Bacia Incremental (DO5) | 3.448,9 | 51,6% | |
| | UPGRH Manhuaçu (UA6) | Bacia do rio Manhuaçu | 8.826,4 | 96,1% | 9.189,1 |
| | | Bacia Incremental (DO6) | 362,7 | 3,9% | |
| | ES | UA Guandú (UA7) | Rio Guandú | 2.144,9 | 86,8% |
| Incremental Guandú | | | 326,7 | 13,2% | |
| UA Santa Maria do Doce (UA8) | | Rio Santa Maria do Doce | 934,7 | 30,5% | 3.063,4 |
| | | Rio Santa Joana | 861,4 | 28,1% | |
| | | Incremental | 1.237,4 | 40,4% | |
| UA São José (UA9) | | Rio São José | 2.406,7 | 24,7% | 9.743,8 |
| | | Rio Pancas | 1.181,4 | 12,1% | |
| | | Incremental | 6.155,7 | 63,2% | |
| Total Geral | | | | 86.710,60 | |

Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

Quanto ao uso e ocupação do solo, a bacia apresenta boa parte da sua área já antropizada, com predominância de usos agropecuários (Figura 8). Entre as principais atividades econômicas estão o reflorestamento, as lavouras tradicionais

(café, cana-de-açúcar), a pecuária de leite e corte, a suinocultura, a indústria (sucroalcooleira, siderurgia, metalurgia, mecânica, química, alimentícia, álcool, têxtil, curtume, papel e celulose), a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, rochas calcárias e pedras preciosas), o comércio e os serviços de apoio aos complexos industriais e a geração de energia elétrica (CBH-RIO DOCE, 2017; CONSÓRCIO ECCOPLAN-LUME, 2010).

Figura 8 - Síntese do uso e cobertura do solo por unidade de análise.



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010)

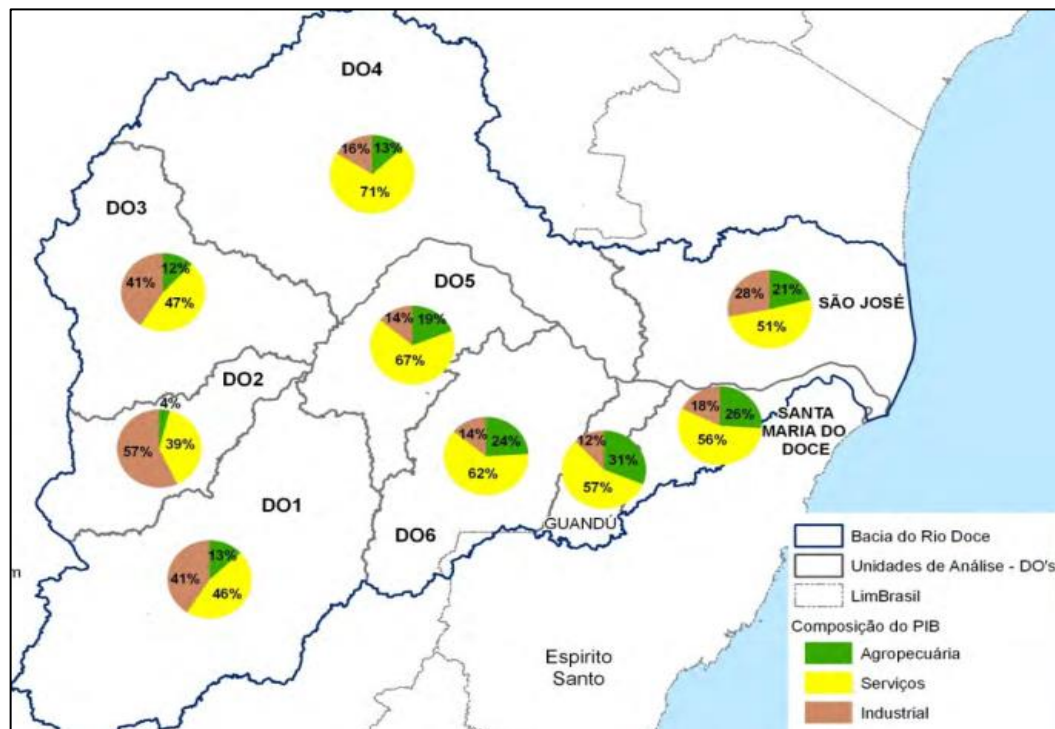
Observa-se que a UPGRH do rio Santo Antônio possui a área relativa mais preservada da classe “Floresta”. O comportamento contrário ocorre na do rio Santa Maria do Doce, com a menor área relativa coberta por Florestas e Outras Formações Naturais. Já a UPGRH Piracicaba possui a maior área relativa coberta pela classe “Reflorestamento”, seguida das unidades dos rios Santo Antônio e Suaçuí-Grande.

Em 2010, existiam 09 usinas hidrelétricas (UHEs) e 21 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) em operação, sendo previstas mais 02 usinas e 33 pequenas centrais hidrelétricas (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). As UHEs com maior capacidade de geração de energia são de Aimorés, Mascarenhas, Risoleta Neves e Guilman-Aimorim, somando uma potência instalada de 790 MW (70% do total gerado pelas UHEs em toda bacia), sendo que as três primeiras estão localizadas no próprio

Rio Doce. Vale salientar que os grandes reservatórios existentes na bacia para a produção de energia elétrica não possuem potencial de regularizar vazões, não podendo ser empregados no controle de cheias (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

Não obstante, o PIB do setor dos serviços é preponderante sobre os outros, na bacia como um todo. Apenas na sub bacia do rio Piracicaba (onde se localizam os complexos minerários de grande porte como o da Samarco) é que se observa o PIB do setor industrial superar o dos demais (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). O da agropecuária é mais expressivo em termos percentuais nas sub bacias do baixo rio Doce (Figura 9).

Figura 9 - Composição do PIB na bacia do Rio Doce

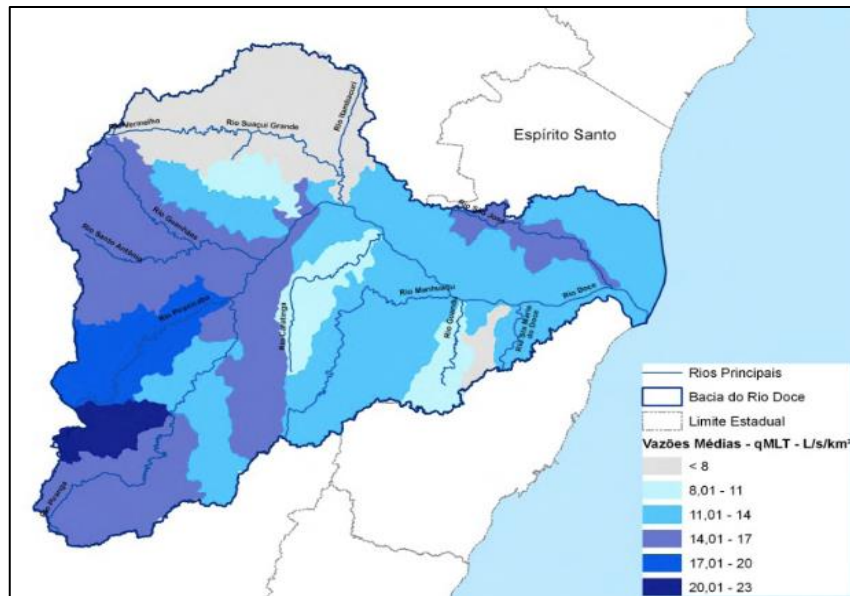


Fonte: CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME (2010).

O Consórcio ECOPLAN-LUME (2010) aponta que, em termos de disponibilidade hídrica, a bacia do rio Doce pode ser considerada privilegiada dentro do contexto nacional. Mas, observa que as maiores vazões específicas não estão associadas às áreas de drenagem e sim a um conjunto de características relacionadas, entre outras coisas, ao tipo de solo da bacia e ao regime de chuvas. Informa que a vazão específica varia de menos de 8 L/s.km² (Suaçuí Grande) até mais

de 22 L/s.km² (Carmo), sendo a média da bacia igual a 11 L/s.km² (Figura 10).

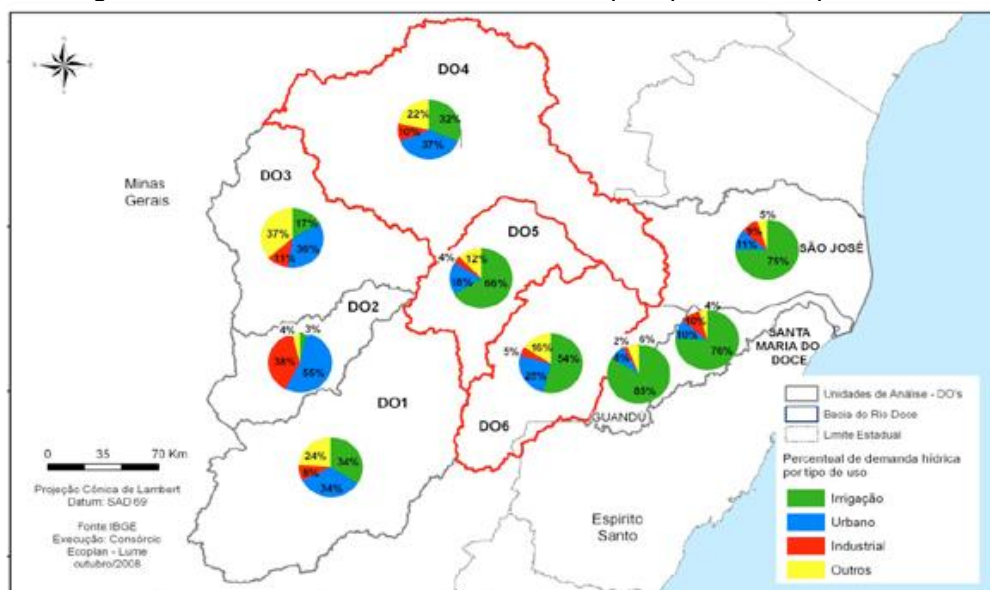
Figura 10 - Vazões específicas médias na bacia do Rio Doce



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

Embora se identifique que o principal uso de água da bacia está vinculado ao abastecimento humano com base nos usos outorgados, chama atenção a demanda para a irrigação. Notadamente em 05 das 09 UGRHs, a irrigação representa a maior parte da demanda hídrica. O consumo industrial representa uma pequena parcela dos volumes demandados, exceto na UGRH do rio Piracicaba (Figura 11).

Figura 11 - Percentual de demandas hídricas por tipo de uso e por UGRH

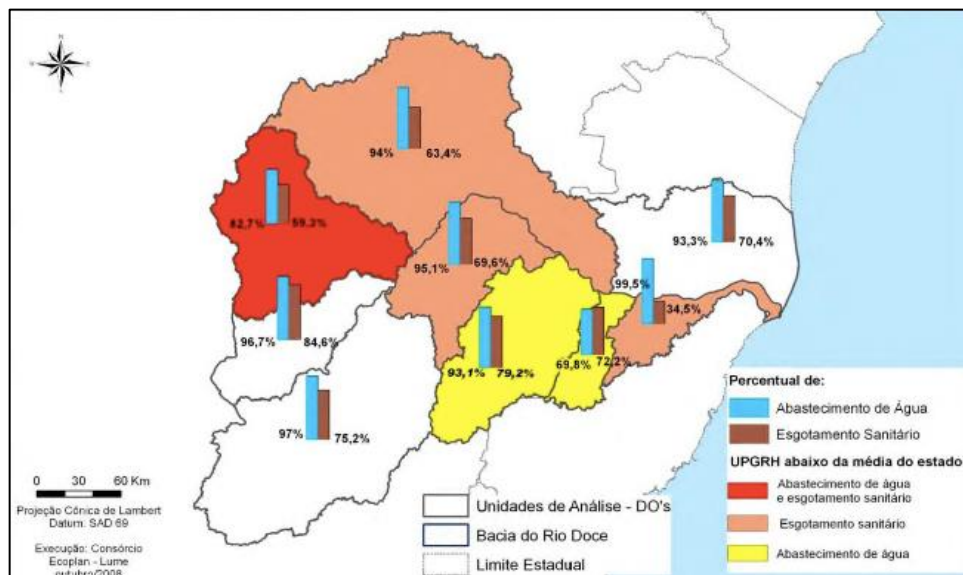


Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010).

O balanço hídrico (disponibilidades x demandas por água) demonstra uma situação favorável em praticamente toda a bacia, exceto nas sub bacias dos rios Pancas e Santa Joana, no Espírito Santo, ao se considerar situações pontuais (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). No restante da bacia, não se registra restrições de uso da água, podendo atender adequadamente aos usos consuntivos preponderantes, ao se considerar vazão normal na bacia.

Quanto aos índices de cobertura de abastecimento de água domiciliar, a bacia apresenta índices satisfatórios. Entretanto, no que diz respeito à cobertura do sistema de esgotamento sanitário, algumas sub bacias, tanto em Minas Gerais (Santo Antônio, Suaçuí e Caratinga), quanto no Espírito Santo (Santa Maria) apresentam valores abaixo da média dos estados (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010) (Figura 11).

Figura 11 - Percentual de cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário



Fonte: Consórcio ECOPLAN-LUME (2010)

Neste contexto, a qualidade da água apresenta um dos principais aspectos de vulnerabilidade da bacia, no que diz respeito ao pleno aproveitamento dos seus recursos hídricos (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). Alguns fatores são determinantes na ocorrência de contaminações pontuais e difusas, entre eles: lançamento de efluentes domésticos e industriais *in natura*; disposição inadequada de resíduos sólidos; e uso inadequado do solo, combinado com precipitações concentradas, geomorfologia do terreno e alta susceptibilidade à erosão e ao

carreamento de sedimentos com resíduos de agrotóxicos e insumos agrícolas.

Todo este processo, resulta na perda de solo e, conseqüentemente, na qualidade da água, em função da produção de sedimentos com a presença de compostos tóxicos carregados aos corpos hídricos (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). Além disso, as características ambientais das áreas que integram a bacia sugerem níveis de degradação tendentes a transformá-las em áreas sujeitas à desertificação, caso não sejam ali adotadas medidas de preservação e conservação ambiental (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

2.2 O desastre e os principais danos causados

2.2.1 O rompimento da Barragem de Fundão, Mariana/MG

A Barragem de Fundão integrava o complexo da empresa Samarco Mineração S.A., controlada pelas acionistas Vale S.A. e BHP Billiton, terceiro maior em produção no Brasil (ton/ano). Composto ainda pelas Barragens de Germano e Santarém, todas são estruturas construídas por taludes com a função de conter rejeitos decorrentes do beneficiamento do minério de ferro (SAMARCO, 2017). Localizada no município de Mariana, a Barragem de Fundão se rompeu, representando o pior desastre ambiental do século em relação ao volume de rejeitos liberados para o meio ambiente e aos danos sociais, econômicos e ambientais causados (FERNANDES, 2016; Apêndice A).

Os números impressionam e refletem a magnitude do evento, a começar pelo volume de rejeitos lançados no meio ambiente. Dos 54,4 milhões de metros cúbicos (Mm³) de minério de ferro e sílica armazenados na barragem de Fundão, aproximadamente 32 Mm³ foram liberados de uma só vez com o seu colapso em um ‘tsunami’ de lama que galgou a Barragem de Santarém à jusante e percorreu 663,2 km de corpos hídricos até o mar (BRASIL, 2015). Percorreu cerca de 10 km pelo Córrego Santarém até a confluência do Rio Gualaxo do Norte, mais 55 km até o encontro com o Rio do Carmo e outros 22 km até o Rio Piranga, seguindo com menos energia²¹ pelo rio Doce até sua foz (BRASIL, 2015) (Figura 12).

²¹ A “onda” de rejeito reduziu de velocidade ao alcançar o lago da UHE Risoleta Neves (ou Barragem de Candonga), em Santa Cruz do Escalvado/MG. Relatos contam que a “onda” arremeteu-se várias vezes contra a estrutura da UHE até galgá-la, seguindo com menor velocidade. No trecho à jusante de Candonga, os impactos

Outros 11,7 Mm³ seguiram escoando após o acidente, totalizando 43,7 Mm³ de rejeitos liberados no ambiente (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017). Grande parte ainda se encontra depositado nas margens e planícies dos rios, de certa forma contidos pela geomorfologia ou pelas estruturas construídas do primeiro terço do rio (Tabela 2).

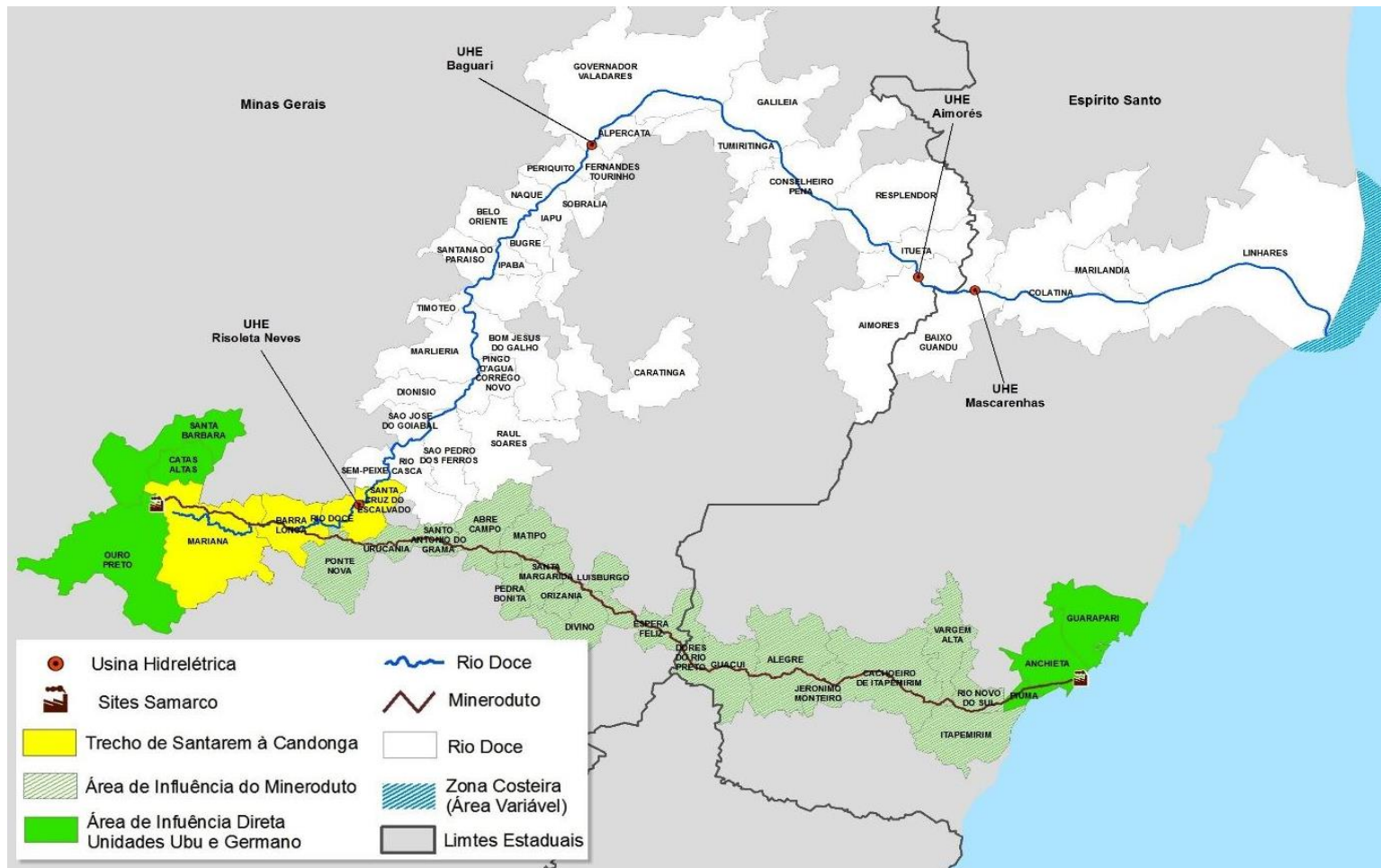
Tabela 2 - Estimativas de volumes de material depositado no trecho Fundão – Candonga.

| Estrutura / Local | Vol acumulado após evento (Mm³) |
|---|---|
| Barragem Santarém | 3,0 |
| Córrego Santarém (montante do dique S3) | 1,5 |
| Área de Bento Rodrigues (montante do dique S4) | 0,8 a 1,2 |
| Rio Gualaxo do Norte até Reservatório de Candonga | 5,0 a 16,8 |
| Reservatório de Candonga | 10,5 |

Fonte Fundação Renova (2017).

restringiram-se à calha do rio, afetando a qualidade da água e a biota aquática. No lago da UHE, permanecem cerca de 24% do total despejado no rio (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017).

Figura 12 - Mapa de situação dos cursos d'água que formam o Rio Doce (área em amarelo). Destaque para o Complexo Minerário da Samarco em Ouro Preto, as UHE's existentes no rio, municípios e distritos afetados e a zona costeira impactada pela pluma de



Fonte: SAMARCO (2017).

Trata-se do maior volume de rejeitos despejados no ambiente, associado a rompimento de barragens com resíduos oriundos da exploração minerária. Em um levantamento mantido atualizado pela organização *WISE Uranium Project* (Apêndice A) o volume de rejeitos da Barragem de Fundão supera os desastres ocorridos em 2014 na Colúmbia Britânica, Canadá (~25 Mm³ de rejeitos de ouro e cobre em Mount Polley) e em 1998 em Aznalcóllar, Espanha (~10 Mm³ de rejeitos e água tóxica com resíduos de zinco, cobre, chumbo e prata).

A lama de rejeito soterrou o subdistrito de Bento Rodrigues, matou 19 pessoas, destruiu estruturas rurais e urbanas nos municípios banhados pelo rio e deixou um rastro de destruição até o litoral do Espírito Santo (FERNANDES, 2016). Os principais municípios diretamente impactados pela passagem e deposição da lama, para além da calha dos rios, foram Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Ponte Nova e Santa Cruz do Escalvado. Nos demais municípios à jusante, os impactos até o momento identificados estão associados, principalmente, à contaminação e à turbidez da água, que causou a interrupção do abastecimento urbano, da pesca e da irrigação e a destruição das condições de vida da biota aquática (IBAMA, 2015).

Além dos prejuízos sociais, culturais²² e econômicos, com a força e a energia do volume de rejeito, a “onda” de lama superou as cotas máximas dos cursos hídricos afetados, percorrendo centenas de metros no sentido “rio acima” principalmente no Rio Gualaxo do Norte e os primeiros tributários do Córrego Santarém. Toda área inserida nas cotas mais baixas das planícies de inundação ao longo dos primeiros 110 km à jusante da Barragem foi afetada drasticamente de uma forma que impressiona (Anexo A), destruindo boa parte da infraestrutura rural nas propriedades. Áreas de cultivo, de pastagem e as Áreas de Proteção Permanente (APPs) tiveram a cobertura vegetal e as camadas superiores do solo violentamente removidas, gerando um grande volume de biomassa que foi revolvido, lançado “rio abaixo” e, em certa medida, substituído por camadas de rejeito que atingiram até 1,5m de profundidade (Anexo A).

²² Por meio do “Relatório de Diagnóstico Arqueológico Comparativo de Bens Culturais nas Áreas Atingidas pelo Rompimento da Barragem de Fundão, Mariana/MG” (Apenso XVII do IPL n.º 1843/2015), foram identificados danos aos marcos da Estrada Real e aos bens Fazenda Fábrica, Mina de Santo Antônio e à Capela Santo Antônio, integrantes do patrimônio histórico, sociocultural e arqueológico, situados no Município de Mariana/MG. Ademais, constatou-se o soterramento das cavidades naturais identificadas como CAV 11, 12, 13, 14 e 15, pertencentes ao patrimônio espeleológico nacional” (BRASIL, 2016).

2.2.2 A Caracterização dos Impactos Identificados

Em resposta às consequências do desastre no Rio Doce, diversas instituições se mobilizaram em um passo-a-passo similar ao adotado pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA*²³), ainda que não propriamente sistematizadas, que se segue até hoje. Além das ações emergenciais, um dos objetivos foi promover a gestão do rejeito liberado no ambiente e a segurança ambiental. Diante da magnitude dos impactos ambientais causados, todas as instituições envolvidas viram-se no esforço de avaliar a extensão dos danos e definir quais as medidas se faziam necessárias.

Tendo em vista suas responsabilidades institucionais frente à magnitude e à abrangência regional dos impactos registrados, o IBAMA se envolveu de imediato nas ações de resposta às emergências, na adoção dos instrumentos de comando e controle e no acompanhamento das ações de contenção e avaliação dos danos e dos riscos, avaliação esta necessária para orientar as medidas de interrupção do impacto e de recuperação. A Samarco recebeu 74 notificações e 23 autos de infração, emitidos pelo IBAMA, até o momento (IBAMA, 2017; Apêndice B).

Nesse processo de avaliação dos danos, o IBAMA tem acompanhado os efeitos do desastre e as medidas emergenciais e de contenção desde o dia seguinte ao evento, emitindo diversos documentos técnicos que consolidaram as suas análises (Apêndice B). Entre eles, destaca-se o Laudo Técnico Preliminar (2015), elaborado por equipe da coordenação de emergências ambientais do IBAMA, um dos primeiros documentos técnicos emitidos pelo Instituto.

O Laudo²⁴ traz um levantamento dos impactos ambientais decorrentes do desastre e o mapeamento para cálculo da área atingida pela lama proveniente do rompimento da barragem, com uso de imagens do satélite Landsat8, *Rapideye*, SPOT 6 e SPOT 7 (em alta resolução). O Laudo caracteriza ainda a vegetação da área afetada, inserida totalmente no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica, que cobre 98% da bacia com predomínio da fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual

²³ Ver detalhamento ao final do capítulo.

²⁴ Laudo Técnico Preliminar de 25 de novembro de 2015, emitido pela Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA do IBAMA.

(BRASIL, 2015). Buscou apontar o cenário observado após o rompimento da Barragem, identificando os principais impactos.

Entre os principais impactos sociais, ambientais e econômicos causados, encontram-se (IBAMA, 2015):

- a) impacto aos habitats e à ictiofauna ao longo dos rios;
- b) alteração na qualidade da água e no fluxo hídrico dos rios impactados;
- c) suspensão no abastecimento público e nas captações de água para atividades econômicas, propriedades rurais e localidades impactadas;
- d) assoreamento no leito dos rios até o reservatório da barragem de UHE Risoleta Neves;
- e) impacto na conexão entre tributários, lagoas e nascentes adjacentes ao leito dos rios;
- f) impacto na vegetação ripária e aquática, estuários e manguezais na foz do Rio Doce;
- g) impacto no modo de vida de populações ribeirinhas, populações estuarinas, povos indígenas e outras populações tradicionais; e outros.

De acordo com o IBAMA²⁵ (2015), entre os impactos ambientais está a destruição de 1.469 hectares de área terrestre localizada na planície de inundação além da cota máxima dos rios principais, ao longo dos cursos d'água afetados, incluindo a vegetação de floresta ripária de mata atlântica. Desses, estimou-se que 835,4 ha são de Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Figura 13) dos rios e seus afluentes (IBAMA, 2016), especialmente nos primeiros 110 km, entre a Barragem de Fundão e a UHE Risoleta Neves. Nas áreas rurais, causou a devastação de remanescentes (fragmentos/mosaicos) e o aporte de milhares de metros cúbicos de sedimentos, que soterrou os indivíduos de menor porte no sub-bosque e suprimiu de forma abrupta indivíduos maiores (IBAMA, 2015).

²⁵ Notas Técnicas nº 02001.002155/2015-91 de 20/11/2015, e nº 02001.000606/2016-36 de 31/03/2016 emitidas, pelo Centro de Sensoriamento Remoto e pela Coord. Geral de Monitoramento Ambiental do IBAMA, respectivamente

Figura 13 - Exemplos de áreas afetadas, antes e depois dos impactos pela lama.

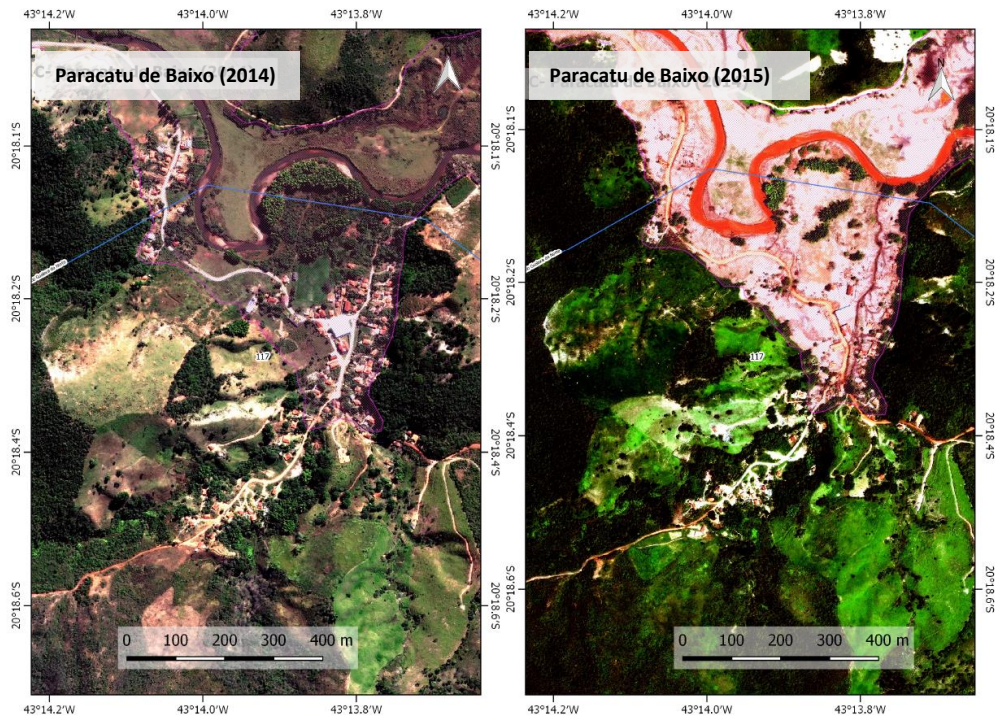
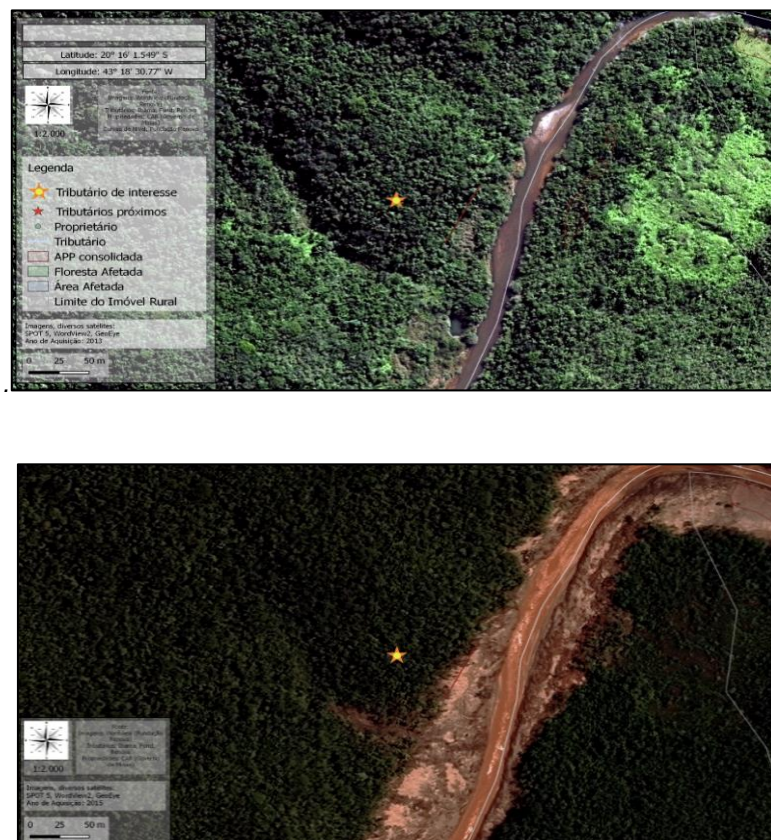


Figura 14 - Exemplos de áreas afetadas, antes e depois dos impactos pela lama



Fonte: Elaborado por Emerson Servello, IBAMA/MT; Imagens SPOT5, Worldview2, GeoEye

Com a contaminação físico-química da água dos rios, além da interrupção das atividades produtivas nas propriedades rurais e da pesca²⁶, registrou-se a interrupção do abastecimento de água em diversas localidades, parcial ou totalmente (Tabela 3). Grande parte delas estão, até o momento, sem esse serviço restabelecido, passando a ser abastecidas por mananciais alternativos, poços semi-artesianos ou captações em algum dos tributários, instalados após o desastre.

Tabela 3 - Sistemas de captação de água para abastecimento nos municípios próximos ao Rio Doce.

| Local | UF | Operadora | Pop. (2015) | Demanda (L/s) | Capacidade do Sist. (L/s) | Dependência do Rio Doce para abastecimento |
|------------------|----|-----------|-------------|---------------|---------------------------|--|
| Ipatinga | MG | COPASA | 253.163 | 700 | 100 | Não (Poço no Rio Piracicaba) |
| Ibapa | MG | COPASA | 14.259 | 36 | 25 | Não (Córr. Água Limpa) |
| Nanque | MG | COPASA | 5.887 | 15 | 28 | Não (Rio Sto Antônio) |
| Periquito | MG | COPASA | 6.024 | 15 | 15 | Não (Córr. Tavares) |
| Alpercata | MG | COPASA | 5.382 | 14 | 18 | Total |
| Gov. Valadares | MG | SAAE | 256.075 | 708 | 1237 | Total |
| Tumiritinga | MG | COPASA | 4.155 | 10 | 12 | Total |
| Galileia | MG | SAAE | 5.509 | 14 | 20 | Total |
| Conselheiro Pena | MG | SAAE | 17.954 | 45 | 70 | Não |
| Resplendor | MG | COPASA | 13.195 | 33 | 56 | Total |
| Itueta | MG | COPASA | 4.217 | 10 | 14 | Total |
| Aimorés | MG | SAAE | 20.138 | 51 | 54 | Parcial (distritos) |
| Baixo Guandu | ES | SAAE | 24.268 | 61 | 95 | Total |
| Colatina | ES | SANEAR | 102.150 | 283 | 620 | Total |
| Linhares | ES | SAAE | 115.452 | 319 | 390 | Parcial (distritos) |

Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA (2015).

²⁶ A contaminação da água interrompeu as atividades pesqueiras, pelos níveis inadequados dos índices de qualidade da água e grande mortandade de biota aquática, o que reduziu os estoques pesqueiros (IBAMA, 2015).

O Laudo (ANA, 2015) ressaltou que os impactos ambientais não se limitaram aos danos diretos, devendo ser considerado um sistema complexo no qual diversas variáveis se interrelacionam, especialmente no contexto de bacia hidrográfica. Estimou que as medidas de reparação dos danos, tangíveis e intangíveis, quando viáveis, deveriam prever um período de, pelo menos, dez anos.

Entre os impactos sociais está a destruição de áreas urbanas, o que ensejou a realocação de populações que residiam especialmente em Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Camargos e Gesteira, os dois primeiros praticamente riscados do mapa pela lama (ANA, 2015). Com base em cadastro emergencial realizado pela Fundação RENOVA, até dezembro de 2015, foram contabilizadas 279 moradias impactadas, alvo da disponibilização de moradias temporárias.

Mais de 10 mil famílias foram classificadas como direta ou indiretamente impactadas²⁷ e recebem assistência pela empresa Samarco com auxílio financeiro ou moradias provisórias nos municípios, até que sejam definidos novos locais para reassentamento desses distritos afetados. Na área rural, diversas propriedades foram diretamente afetadas, com a perda de área produtiva, de rebanho e com a destruição de parte da sua infraestrutura rural, como casas, ranchos, tanques, açudes, currais, cercas e estradas.

Nos relatos sobre as medidas adotadas e divulgadas pela Samarco, logo após o desastre, Alves, Andrelo e Cabral (2016) registraram o enfoque em demonstrar o balanço de ações que a mineradora estava realizando para apoiar as vítimas e reparar os danos, e em esclarecer causas do acidente e os planos de segurança para a população. Em todo o conteúdo analisado pelas autoras, tanto em coletivas quanto nas notícias, sempre existia o tom de cumprimento de todas as responsabilidades e transparência nas informações, trazendo uma ideia de que a situação estava controlada pela empresa.

No entanto, não foi o que se observou em campo. Autos, boletins e laudos

²⁷ As informações constam em Relatório Anual de 2016 que contém informações sobre cadastro do Programa de Assistência aos impactados, elaborado e executado pela Fundação RENOVA, com os dados básicos do responsável de cada família pelo recebimento de programas/benefícios sociais por membro da respectiva família deste responsável (registro concernente à dimensão familiar). Os relatórios mensais e anuais elaborados pela Fundação RENOVA integram o processo administrativo IBAMA nº 02001.000974/2017-65.

técnicos citados pelo Ministério Público Federal (MPF) (2016) identificaram que não menos que 195 propriedades rurais foram impactadas no estado de Minas Gerais pelo rejeito, 25 foram quase completamente devastadas com 75-100% de suas áreas atingidas. As localidades apontadas como as mais afetadas pelo extravasamento da lama contaminante foram localidades de Mariana, como Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Camargos, Águas Claras, Pedras, Campina Barreto, Gesteira, Ponte da Gama e o Município de Barra Longa, onde várias pessoas ficaram desalojadas.

A partir dos levantamentos realizados, identificou-se que caberiam ações para além da restauração direta dos ambientes afetados, terrestres e aquáticos (IBAMA, 2015). Planos e programas de conservação, de recuperação e de manejo deveriam objetivar a restauração dos processos ecológicos e da qualidade ambiental em toda a bacia, em situação de vulnerabilidade e degradação ambiental (IBAMA, 2015; CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

Foi recomendado ainda que as medidas fossem acompanhadas por um novo sistema de governança e de gerenciamento para melhor apropriação dos objetivos propostos pela população (IBAMA, 2015). O IBAMA sugeriu ainda que se previsse o engajamento e a mobilização social nas ações a serem executadas, a contribuir para o reposicionamento no meio ambiente e novas interrelações sociais. Não obstante a responsabilidade da empresa em promover a recuperação do meio ambiente, o Laudo Técnico (IBAMA, 2015) concluiu com a identificação premente de que os órgãos dos três níveis de governo atuassem de forma coordenada e articulada, visando a gestão eficiente de todo o processo.

Além do IBAMA, os órgãos estaduais de meio ambiente e os Ministérios Públicos Federal e dos Estados também adotaram medidas em proteção ao meio ambiente e à população atingida. Para coordenação das ações da competência de cada um dos envolvidos e disciplinamento das medidas de recuperação e de compensação ambiental, econômica e social, definidas em ações civis públicas, foi firmado um acordo interfederativo, objeto de análise desse estudo

2.3. Ações frente a grandes desastres: a experiência dos EUA

Antes de avançar para a descrição do uso do PSA no programa de recuperação

ambiental a ser implementado na bacia do Rio Doce, buscou-se conhecer em experiências internacionais casos que pudessem indicar etapas e procedimentos adotados após desastres semelhantes. O caso similar mais emblemático a ser aqui sintetizado é o ocorrido no litoral do Alasca, que foi acompanhado por diversas agências ambientais estadunidenses, locais e nacionais.

Mais de 1000 quilômetros de litoral foram cobertos com 41 Mm³ de petróleo bruto derramado pelo navio Exxon Valdez quando ele encalhou em *Bligh Reef, Prince William Sound*, em março de 1989, sujando as águas e áreas nativas pela costa. Entre as consequências, mais de 36.000 aves migratórias, pelo menos 100 águias-americanas (*Haliaeetus leucocephalus*) e inúmeras outras variedades de vida selvagem foram mortas (EPA, 2017).

O derramamento foi o maior da história dos EUA até então e testou as habilidades das organizações locais, nacionais e industriais de se prepararem e revisarem seus procedimentos de resposta a um desastre de tal magnitude (BURLINGTON, 1999). O processo até então vigente abrangia o retorno dos recursos naturais afetados e seus usos para o que seria antes do derramamento, exceto a compensação pelas perdas que ocorrem a partir do derramamento até que a restauração fosse concluída (BURLINGTON, 1999). Mas enfatizava os danos ao estabelecerem um valor monetário para os recursos perdidos ou lesionados. Era criticada pelo uso de fórmulas abstratas, modelos teóricos e métodos não confiáveis na determinação dos danos, por ser demasiado especulativo (BURLINGTON, 1999).

Após o ocorrido, o Congresso Nacional dos Estados Unidos aprovou em 1990 a Lei de Poluição por Óleo (*Oil Pollution Act - OPA*), concebida para reduzir a probabilidade de derramamentos e proporcionar um sistema de contenção e limpeza (BURLINGTON, 1999). A OPA também estabeleceu responsabilidade no custeio da limpeza e na restauração de recursos naturais lesionados e dos serviços perdidos, definindo um processo de avaliação e de restauração ambiental estruturado em três fases: pré-avaliação do dano; elaboração de um plano de restauração; e execução do plano. O plano de restauração é apresentado e aprovado pelas partes responsáveis para se implementar e financiar os custos previstos, dando assim a oportunidade para a liquidação da recuperação dos danos sem litígio (BURLINGTON, 1999).

A Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA) foi indicada para desenvolver regulamentos que estabelecem um processo para determinar o tipo e a escala de ações apropriadas para a restauração. Assim, a NOAA revisou seu processo de avaliação de danos em profundidade, realizou inúmeras audiências envolvendo todos os segmentos da sociedade, incluindo as indústrias afetadas e contribuições do público em geral.

Em 1996, a NOAA emitiu novos procedimentos que representam uma mudança fundamental na abordagem da medição de danos, baseada no custo da restauração ambiental realmente empreendida ou a ser realizada. Outras características chave incluem a ênfase na restauração ágil e eficiente, evitando a dupla recuperação e envolvendo o responsável no processo de avaliação (BURLINGTON, 1999).

A contenção do dano e a restauração direta são preferíveis e mais frequentemente utilizada como primeiro passo, base para a avaliação de soluções definitivas (BURLINGTON, 1999). Outra opção é adquirir o equivalente dos recursos danificados (ou seja, medidas de compensação), quando a restauração direta não é factível ou não está disponível. Em todo caso, Burlington (1999) registra que prolongados e dispendiosos processos litigiosos para recuperação dos danos muitas vezes podem ser evitados, quando se é fornecida aos órgãos ambientais, partes afetadas e responsáveis uma oportunidade de se chegar a um acordo que restaure os recursos naturais atingidos. Esta nova abordagem em cooperação com partes responsáveis para coletar dados e conduzir as avaliações minimiza a duplicação dispendiosa de esforços (BURLINGTON, 1999).

Burlington (1999) destaca que acordos para orientar essas medidas tem como elementos base a definição de responsabilidades, da abrangência territorial e dos custos a serem dirigidos para essas ações. Os planos de restauração devem abranger a reconstrução física como a revegetação de hábitat, melhorias nas áreas essenciais para alimentação ou reprodução de peixes, ou ainda resgate de fauna e outros organismos afetados (BURLINGTON, 1999), o que não é facilmente quantificado assim como os cálculos dos seus custos, representando um dilema de difícil solução.

Um ponto chave adotado pela agência americana é que os tutores zelem pela restauração dos recursos até sua linha de base (BURLINGTON, 1999), mais próximo

possível das condições anteriores, com foco nos custos necessários para restabelecer os SEs perdidos ou afetados com o evento, e não mais pela determinação do valor monetário dos recursos afetados (valor do dano). Em vez disso, defende-se o foco nos custos de restaurar os recursos naturais até a linha de base (condição anterior ao evento), pois fazer de outra maneira imputaria de forma injusta a responsabilidade à parte que paga por essas atividades (BURLINGTON, 1999), já que os métodos de valoração dos recursos naturais e serviços ecossistêmicos com tal abrangência podem incorrer em sub dimensionamentos ou superestimativas (HOLL; HOWARD, 2000).

Com base nessa experiência da NOAA com desastres envolvendo derramamentos de óleo pode-se reconhecer os seguintes **elementos essenciais para a construção dos acordos** e dos planos de restauração (Figura 16):

- a) **Pré-avaliação do dano:** os responsáveis e as agências ambientais responsáveis devem proceder uma avaliação preliminar que contenha a extensão do dano (espacial e temporal), a magnitude e os compartimentos ambientais afetados;
- b) **Identificação dos danos reparáveis e não reparáveis:** para fins de definição e estimativas de custos das medidas de restauração e/ou compensação, respectivamente. Nestas fases, o uso de modelos e ferramentas de modelagens²⁸ é recomendável para dar agilidade ao dimensionamento dos processos físicos, químicos e biológicos afetados;
- c) **Elaboração de um plano de recuperação:** com base nos danos identificados e nos custos estimados. A NOAA adota como *premissas* a exequibilidade, ser custo-efetivo e ser confiável, com o uso das melhores práticas disponíveis, especialmente adequadas para as circunstâncias particulares do evento. Deve tomar como base um leque de alternativas de restauração, consistindo em ações viáveis e com boa relação custo-benefício, com a finalidade de restauração primária²⁹ ou compensatórias, conforme definido anteriormente;
- d) **Implementação do plano:** uma vez aprovado e validado, pode dar a oportunidade para liquidar as reivindicações de danos sem litígio. No exemplo estadunidense, caso as partes responsáveis se recusem a firmar acordos e liquidar uma reclamação, interpõe-se uma ação civil pelos danos em tribunal federal e para o custeio do plano de restauração.

As alternativas de restauração identificadas são avaliadas com base,

²⁸ Existem uma quantidade de **métodos de avaliação do dano** utilizados pelas agências ambientais dos EUA, que incluem revisões da literatura, estudos de campo, análises laboratoriais e modelagens. Permitem simular as interações entre o contaminante e o ambiente (p. e., modelos de fluxo e dispersão) e prever as consequências ambientais do incidente. Modelos podem ser usados como uma ferramenta de avaliação completa para pequenos incidentes ou para tratar componentes específicos de uma avaliação de dano de um incidente maior. A OPA exige que os métodos e os modelos, sejam “válidos e confiáveis” para serem usados em uma avaliação sobre as circunstâncias do incidente (BURLINGTON, 1999).

²⁹ A NOAA entende que **restauração primária** são as ações tomadas para devolver os recursos e serviços naturais lesados até o estado de como os recursos naturais e serviços estavam antes. A recuperação (ou regeneração) natural também deve ser considerada em restauração primária, na qual não há intervenção humana para restaurar diretamente os recursos naturais afetados. A **restauração compensatória** inclui ações para cobrir os riscos temporários de perda dos recursos naturais e /ou SAs pendentes de recuperação (Burlington, 1996).

principalmente, no custo e na probabilidade de êxito (BURLINGTON, 1999). Os órgãos ambientais devem selecionar a mais viável das alternativas igualmente preferíveis. Uma versão preliminar do plano de restauração descreve as atividades pré-avaliadas pelas agências, bem como os resultados de avaliação de danos, que identificam as alternativas de restauração preferíveis. Depois de ser apresentada aos envolvidos para contribuições, as agências desenvolvem um Plano Final de Restauração, que se tornará a base de um pedido de indenização pelos danos.

Figura 15 - Etapas para a construção do programa de avaliação e de restauração de danos por derramamento de óleo, nos Estados Unidos.



Fonte: Traduzido de <https://darrp.noaa.gov/>.

Entre as conclusões da experiência do Programa de Avaliação e Restauração de Danos da NOAA (BURLINGTON, 1999), é possível extrair que o trabalho de **cooperação entre as partes** acelera a restauração e reduz os custos; e ainda que o **planejamento da restauração** deve começar o mais cedo possível.

CAPÍTULO 3 - PSA E A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO DOCE

3.1 O Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente e áreas de recarga

3.1.1 A construção de um Arranjo Interinstitucional

As consequências ambientais pelo rompimento da Barragem de Fundão ainda não são plenamente conhecidas. Porém, é consenso que as medidas de contenção, reparação, recuperação e compensação após desastres como este são urgentes e precisam ser disciplinadas (BURLINGTON, 1999).

A coordenação entre os níveis de governo se torna cada vez mais necessária nas políticas públicas. Só que nem sempre a decisão de um ente federativo se coaduna com a dos demais. Os envolvidos, com suas competências, interesses e responsabilidades, muitas vezes sobrepostas, precisam identificar soluções conjuntas, que se somem e não sejam conflitantes (ABRUCIO; FRANZESE, 2007).

A Nota Técnica Conjunta³⁰ de 01 de março de 2016, assinada por representantes dos governos federal e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, expressa essa preocupação. Traz a proposta de TTAC para a recuperação dos impactos ambientais, sociais e econômicos pelo rompimento da Barragem. Nela, são defendidas as tratativas com a empresa e suas controladoras com a finalidade de se proceder uma pactuação de medidas entre as partes, considerando que:

(i) o objetivo do Poder Público com a ação não é a arrecadação de valores, mas a integral recuperação do meio ambiente e das condições socioeconômicas da região, (ii) manifestação de interesse da empresa e suas controladoras em celebrar o acordo com o fim de reparar, mitigar e compensar os danos nos âmbitos social, econômico e ambiental, decorrentes do rompimento da barragem de Fundão e (iii) que a autocomposição é uma forma mais célere e potencialmente efetiva para a resolução da controvérsia. (TTAC, 2016)

Vale registrar que o Ministério Público Federal – MPF não consta como

³⁰ Documento com manifestação de representantes dos governos federal e estaduais à Procuradoria-Geral da União com proposta de Acordo para orientar a recuperação dos impactos ambientais, sociais e econômicos pelo rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana/MG. Consta como anexo do TTAC, disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recuperacao-ambiental/rompimento-da-barragem-de-fundao-desastre-da-samarco/comite-interfederativo-cif?id=117>

signatário do referido documento. Com o TTAC (ou Acordo, aqui referenciado), firmado em abril de 2016 entre a União, os estados de Minas Gerais e do Espírito Santo e as empresas acionistas da Samarco Mineração responsabilizadas pelo desastre, buscou-se uma forma negociada de gestão das ações com objetivo de:

(...) por fim ao litígio por ato voluntário das partes, reconhecendo que a auto composição é a forma mais célere e efetiva para resolução da controvérsia (TTAC, 2016, p. 03).

Representando a União, assinam o Advogado Geral da União³¹ e a Ministra do Meio Ambiente. Os Governadores de Minas Gerais e do Espírito Santo, o Advogado-Geral de Minas Gerais e o Procurador Geral do Espírito Santo, assinam pelas respectivas instituições vinculadas³². Os compromitentes têm competência legal para fiscalizar as ações a serem executadas no âmbito do Acordo. Por isso, o acompanhamento por parte dessas entidades, e de outras que tenham interesse em compor o processo, é por meio de Comitê Interfederativo – CIF que, instituído pelo Acordo e regulamentado por seu regimento interno (Portaria IBAMA nº 18, de 7 de julho de 2016), tem por finalidade (BRASIL, 2016):

orientar, acompanhar, monitorar e fiscalizar a execução das medidas impostas, no TTAC, à Fundação de Direito Privado - FUNDAÇÃO - de que trata a sua Cláusula 209, promovendo a interlocução permanente entre a Fundação, os órgãos e as entidades públicos envolvidos e os impactados.

Parágrafo único. O COMITÊ INTERFEDERATIVO atuará como instância externa e independente (...), não afastando a necessidade de obtenção das licenças ambientais (...), nem substituindo a competência legalmente prevista dos órgãos licenciadores e demais órgãos públicos.

Para dar cumprimento ao Acordo, previu-se ainda que a gestão das ações necessárias seria realizada de forma centralizada por uma fundação de direito privado. Sem fins lucrativos, a Fundação tem por objetivo executar todas as medidas previstas por meio de programas socioambientais e socioeconômicos, com estrutura própria de governança, fiscalização e controle, visando tornar mais eficiente a

³¹ Representando as autarquias federais envolvidas: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio; Agência Nacional de Águas - ANA; Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM; e Fundação Nacional do Índio – FUNAI.

³² Pelo estado de Minas Gerais, Instituto Estadual de Florestas - IEF, Instituto Mineiro de Gestão de Águas - IGAM e Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM. Pelo estado do Espírito Santo, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo - IDAF e Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH.

reparação e compensação em decorrência do evento (TTAC, 2016). A referida fundação foi instituída em setembro de 2016, sendo chamada de Fundação RENOVA.

Assim, o CIF é formado exclusivamente por representantes do Poder Público. As orientações e os princípios a serem observados pelo CIF e pela Fundação no desempenho de suas funções estão estabelecidos no TTAC.

O Acordo foi estruturado com diferentes abordagens, a depender da abrangência dos impactos, dos impactados e das medidas a serem adotadas. Nesse sentido, as ações foram organizadas, conforme Quadro 2. Cada abordagem segue uma lógica a orientar os compromissos firmados no TTAC e respectivos programas, sendo previstos prazos e condições a serem cumpridas, mediante acompanhamento técnico e de auditoria independente. O prazo para cumprimento das ações definidas no TTAC é de 15 anos, podendo ser menor, a depender do programa. Os limites financeiros também são variáveis sendo definidos, em alguns casos, máximos ou mínimos, como é o caso da Cláusula 161, a ser aqui discutida.

Quadro 2 - Ações de recuperação do Rio Doce, organizadas conforme peculiaridades das medidas a serem adotadas.

| Abordagens | Classificação |
|---|--|
| Características da População Afetada (itens II e III) | Impactados: pessoas físicas ou jurídicas diretamente afetadas Indiretamente impactados: pessoas físicas e jurídicas (...) que residam ou venham a residir na área de abrangência e que sofram limitação no exercício dos seus direitos fundamentais em decorrência das consequências ambientais ou econômicas, diretas ou indiretas, presentes ou futuras |
| Área de Abrangência Territorial (itens IV a VI) | Área Ambiental 1: áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios afetados e dos seus tributários Área Ambiental 2: municípios banhados pelo Rio Doce e pelos trechos impactados dos Rios Gualaxo do Norte e Carmo Área de Abrangência Socioeconômica: localidades adjacentes à calha dos rios afetados e às áreas estuarinas, costeira e marinha impactadas. |
| Abrangência das Medidas (em Programas) (itens VII e X) | Socioeconômicas: para reparação, mitigação, compensação e indenização por danos socioeconômicos Socioambientais: para reparação e compensação por danos socioambientais |
| Reversibilidade dos Impactos e Características dos Programas (itens XVIII e XIX) | Reparáveis: medidas e ações de <i>cunho reparatório</i> que têm por objetivo mitigar, remediar e/ou reparar impactos socioambientais e socioeconômicos Não Reparáveis (não factíveis ou inviáveis): medidas e ações de <i>cunho compensatório</i> que visam compensar impactos não mitigáveis ou não reparáveis (não seja possível ou viável), pela melhoria das condições socioambientais e socioeconômicas das áreas impactadas |

Fonte: elaborado pela autora, conforme Cláusula 01 do TTAC (2016).

3.1.2 Previsões e enfoque dos Programas

O Acordo agrupa as ações cabíveis em **medidas reparatórias** e/ou **compensatórias**, identificadas como necessárias para o restabelecimento das condições da bacia do Rio Doce e da população afetada, conforme sua reversibilidade. As ações ou **medidas de reparação** têm por objetivo recuperar, mitigar, remediar e/ou reparar, inclusive por indenizações, os impactos advindos do Evento (TTAC, 2016), sendo assegurados aos impactados direitos a participação na elaboração e execução dos programas, projetos e ações propostas, acesso à informação e restituição de bens públicos e comunitários. As **de compensação** são para os impactos cuja recuperação, mitigação, remediação e reparação não seja viável ou possível, por meio da melhoria das condições sociais, ambientais e econômicas das áreas afetadas (TTAC, 2016). O Acordo estabelece ainda que as medidas compensatórias devem ser proporcionais aos impactos não reparáveis/não mitigáveis, tendo a finalidade de acelerar o processo de recuperação da bacia, em especial a qualidade e a quantidade de água nos rios impactados (TTAC, 2016).

O próprio Acordo define os 41 programas que organizarão as medidas reparatórias e/ou compensatórias, sendo 18 socioeconômicos e 23 socioambientais. Cada um tem suas diretrizes mínimas, com base nos laudos e avaliações de impactos realizados pelas entidades envolvidas, podendo ser estabelecidos limites específicos quanto à área de abrangência, aos tipos de medidas ou ao grupo de impactados.

São previstas ainda “*medidas e ações específicas em locais fora da área de abrangência, desde que se refiram à população impactada ou concorram para a efetiva recuperação ambiental dos corpos hídricos diretamente atingidos pelo Evento*” (TTAC, 2016 p. 30). Tal previsão é particularmente relevante à elaboração e execução do “Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce e controle de processos erosivos” (Cláusula 161), aqui denominado como ‘Programa’, o qual concentrará as medidas compensatórias de recuperação ambiental com o uso do PSA, foco das discussões neste trabalho.

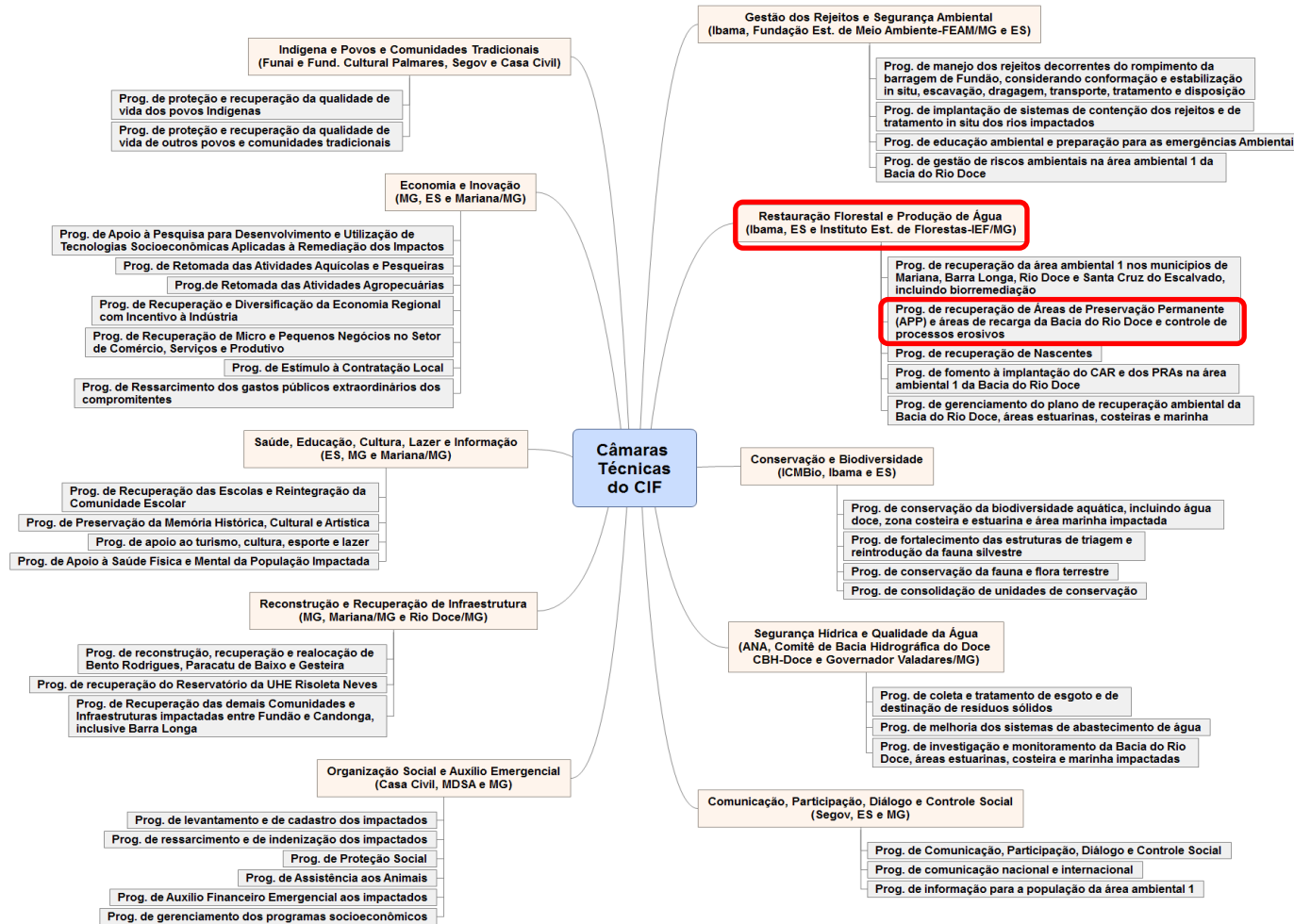
3.1.3 A Recuperação Ambiental como Medida Compensatória

Uma vez instituído, o CIF criou 10 Câmaras Técnicas permanentes (CTs), em

sua Deliberação nº 04 de 07/06/17, de caráter consultivo, formadas para auxiliá-lo no desempenho das suas funções definidas no TTAC. Todas são coordenadas por instituições membros do CIF e compostas por representantes de órgãos e instituições públicas, consideradas as competências relacionadas aos temas tratados. Cada CT assumiu o acompanhamento dos programas afins, organizados conforme Figura 16.

A Câmara Técnica de Restauração Florestal e de Produção de Água (CTFLOR) tem por objetivo orientar, acompanhar, monitorar e fiscalizar 05 dos programas socioambientais, entre eles o Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente - APPs e áreas de recarga na bacia do Rio Doce e controle de processos erosivos, de cunho compensatório. Nota-se que este Programa vem ser proposto com base em diversas diretrizes definidas ao longo do Acordo, em especial a Cláusula 16 que traz a previsão de ações fora da área de abrangência, *“desde que se refiram à população impactada ou concorram para a efetiva recuperação ambiental dos corpos hídricos diretamente atingidos pelo EVENTO”*.

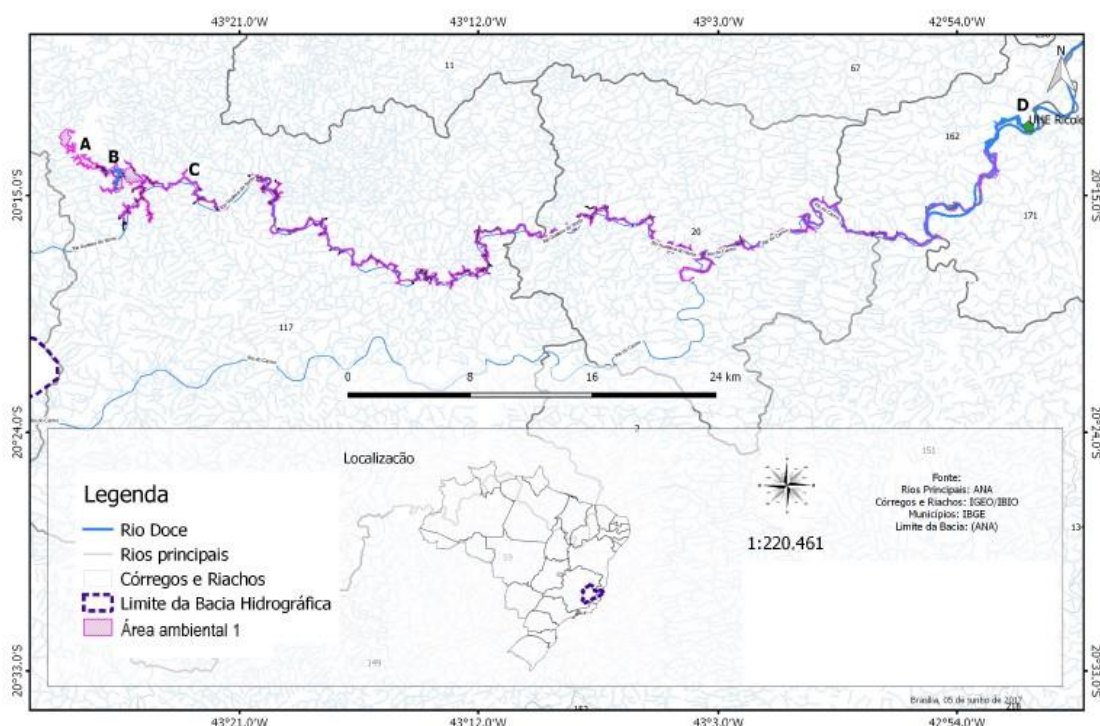
Figura 16 - Estrutura do CIF, das CTs e seus respectivos programas, com destaque ao programa socioambiental em estudo.



Fonte: Câmara Técnica de Organização Social – CTOS, Presidência da República.

Este Programa trata de compensação pelos impactos causados em quase 2000 ha de área diretamente afetada pela lama de rejeitos (Área Ambiental 1, da Barragem de Fundão até a UHE Risoleta Neves), e inclui 835,4 hectares de APPs, planícies de inundação e o Córrego Santarém, os Rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce e seus tributários (BRASIL, 2016) (Figura 17).

Figura 17 - Mapa com os limites da Área Ambiental 1, trecho mais afetado pela lama.



Fonte: Emerson Servello, IBAMA/MT.

Nessa Área, os impactos causados pela lama foram de grande magnitude (BRASIL, 2015), que, por si só, requerem soluções para além das áreas diretamente atingidas. A solução para a recuperação da qualidade ambiental, dos habitats e da biodiversidade nos rios impactados é indiretamente construída com a melhoria das condições ambientais nas sub bacias dos seus afluentes, notoriamente degradadas pelo desmatamento, uso não sustentável de áreas rurais e consequente assoreamento dos canais de drenagem (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

Nos municípios do Espírito Santo, os problemas decorrem da destruição da vegetação natural, substituída por monocultivos e pela pecuária extensiva (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). Os solos ocupados por cafezais, por

exemplo, encontram-se muito degradados, com pouco uso de medidas de conservação dos solos, muitas vezes onde já não existe mais o horizonte "A". Registra-se, também, a degradação ocasionada pela exploração mineral (granito), sem os cuidados ambientais necessários, em municípios como o de Colatina (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

No Estado de Minas Gerais, o Consórcio ECOPLAN-LUME (2008) aponta panorama similar: intensa exploração e degradação da vegetação natural em áreas de relevo acentuado, com solos de baixa fertilidade natural, submetidos a pastoreio ou exploração agrícola/silvícola intensivos, o que reduz ainda mais a capacidade de suporte e desencadeia intensos processos erosivos. Na maioria dos municípios, as extensas áreas de pastagem degradadas, de florestas plantadas e de monoculturas, bem como exploração mineral, constituem práticas comuns que culminam em impactos ambientais significativos aos solos, com o assoreamento de córregos, rios e lagos (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).

A ausência de cobertura vegetal, em especial da vegetação ciliar em toda a bacia, inviabiliza qualquer alternativa de tratamento de água para fins de abastecimento que não seja o convencional completo (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010). Vale ressaltar que a captação de água do Rio Doce para o abastecimento, em muitos lugares, foi interrompida devido às alterações na qualidade da água pela lama.

Assim, áreas sujeitas a processos de degradação ambiental, com histórico de desmatamento e de intensos processos erosivos, são candidatas naturais à recuperação ambiental, para reestabelecer a produção de água em quantidade e qualidade necessária à jusante, nos rios atingidos e em seus afluentes. Nesse sentido, o Acordo propõe que o Programa fosse executado considerando toda a bacia, com algumas condições já pré-definidas nas, Cláusulas 161 e 162 do TTAC, que definem o seguinte:

- a) Em 10 anos, deverão ser recuperadas *40.000 ha de áreas degradadas* em APPs e em áreas de recarga, na bacia do Rio Doce;
- b) Deverão ser recuperadas *APPs do Rio Doce e seus tributários*, preferencialmente, mas não se limitando, nas sub bacias dos rios definidos como fonte alternativa de abastecimento para municípios e distritos cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada em decorrência do evento.

- c) A recuperação deverá ser por meio de *reflorestamento* (10.000 ha) e condução de *regeneração natural* (30.000 ha);
- d) Fica estabelecido o *valor mínimo de R\$ 1.100.000.000,00* (um bilhão e cem milhões de reais) para execução do Programa;
- e) Na hipótese da recuperação dos 40 mil ha custar um valor inferior, deverão ser realizadas outras ações de reflorestamento ou regeneração até atingi-lo;
- f) A recuperação deverá seguir metodologia similar aos *Programas Reflorestar, Produtor de Águas* ou iniciativas semelhantes, em Minas Gerais e no Espírito Santo;
- g) Serão implementados projetos de produção de sementes e de mudas de espécies nativas florestais ou serão apoiados projetos com mesmo objetivo;
- h) Nas APP's objeto de recuperação, deverá ser realizado também o *manejo do solo para a recuperação de áreas de erosão*, priorizando as áreas de recarga.

Ao citar os programas Reflorestar³³ e Produtor de Águas³⁴ (PdA), o Acordo remete à experiência adquirida pelo governo do estado do Espírito Santo e pela Agência Nacional de Águas (ANA), responsáveis por sua execução, respectivamente. São programas de fomento à restauração florestal, em diferentes escalas, ambos com o uso do PSA como instrumento. Tanto a ANA quanto a SEAMA, assim como os órgãos ambientais de Minas Gerais (IEF, FEAM e SEMAD), são instituições públicas que integram a CTFLORE e colaboram para a estruturação do Programa a ser implementado na bacia do Rio Doce.

3.2 Fundamentos para o PSA-Doce

Por meio de encontros mensais entre membros e convidados, para apresentações, debates e emissão de notas ou pareceres técnicos, a CTFLORE vem construindo um modelo próprio adaptado aos objetivos do Acordo e à realidade regional, frente ao desafio de se implantar o Programa, nesta escala, com todas as suas peculiaridades. As principais orientações para a construção das premissas e diretrizes do Programa foram extraídas de documentos técnicos e atas de reuniões que integram o processo IBAMA nº 02001.002518/2017-79.

³³ Coordenado e executado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA. O Espírito Santo foi o primeiro estado a criar um programa de PSA fundamentado em novo arcabouço legal e em experiências inicialmente focadas no uso em florestas conservadas. Com o tempo, a abordagem passou para a restauração de florestas, conciliando a prestação de SAs com e a geração de renda ao produtor rural (SOSSAI, 2016).

³⁴ Baseou-se na iniciativa do “Conservador de Águas”, implementado em Extrema /MG, cujo desenho a ANA usou como modelo a ser utilizado em nível federal, com o objetivo de melhorias na qualidade e na oferta de água (ANA, 2017).

Como as áreas a serem recuperadas se encontram em propriedades privadas, buscou-se por formas de incentivo aos proprietários para a adesão voluntária ao Programa. A experiência do PdA e do Reflorestar apontam para o uso do PSA, que é um instrumento cada vez mais utilizado em projetos envolvendo a recuperação ambiental no Brasil (PAGIOLA; CARRASCOSA VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013).

A importância crescente da ferramenta se refletiu na sua previsão no Novo Código Florestal (art. 41 da Lei nº 12.651/2012), como também na legislação estadual de Minas Gerais e do Espírito Santo³⁵. O embasamento normativo reflete o reconhecimento do instrumento pelo poder público para a consecução do aumento da cobertura florestal e do uso sustentável em seus territórios.

Assim, consensuado o uso do PSA no Programa (aqui chamado de PSA-Doce), associado aos projetos de recuperação de áreas degradadas, passou-se a discutir a sua estruturação para a sua operacionalização na bacia. As ideias foram amplamente discutidas pelos integrantes da CTFLORE, sendo consolidadas em notas técnicas (IBAMA, 2017; IEF, 2017; SEAMA ou SOSSAI, 2017), identificada a necessidade de se estabelecer critérios mínimos para priorização de regiões ou sub bacias elegíveis para o Programa, bem como diretrizes e premissas para o PSA-Doce.

3.2.1 Definição de Critérios Técnicos para Priorização de Áreas

Por se tratar do Programa mais complexo, foi de imediato estabelecido como prioritário pela Câmara Técnica. Em junho de 2016, iniciaram-se as discussões, quando se identificou que os primeiros desafios seriam: i) definir critérios técnicos para subsidiar a escolha das áreas alvo do programa e ii) definir diretrizes básicas ao modelo operativo para o funcionamento do programa.

A área de 40 mil hectares definida no Acordo representa pouco menos que 0,5% da área total da bacia³⁶. Ainda assim, é um quantitativo bem maior do que a média registrada em um só projeto pela literatura ou, até o momento,

³⁵ No Espírito Santo, o PSA é previsto na Lei Estadual nº 9.864 de 2012; em Minas Gerais, na Lei Estadual nº 17.727 de 2008 e no Decreto Estadual nº 45.113 de 2009.

³⁶ A bacia possui aproximadamente 86.715 km² de área, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, abrangendo 230 municípios (PIRH, 2008).

implantados no país (PAGIOLA; CARRASCOSA VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). Por isso, para abordar o primeiro desafio, a CTFLORE previu a necessidade de estudo para a definição de critérios técnicos à identificação de áreas prioritárias (macrorregiões ou sub bacias) ao Programa, de forma a fundamentar o recorte regional. Decidiu-se, então, pela elaboração de termo de referência (TR) a orientar a elaboração do estudo³⁷ para a definição de critérios de priorização de áreas para recuperação ambiental na Bacia do Rio Doce, com base em modelagens de riscos, vulnerabilidades e oportunidades.

Tendo em vista o prazo exigido para sua elaboração, identificou-se a necessidade de se definir critérios para eleição de áreas no curto prazo, a orientar o início imediato do programa (primeiros 1-2 anos), sendo eles: i) bacias com mananciais de captação alternativos, ii) índices de vulnerabilidade ambiental e iii) presença de instituições atuantes no tema. Essa proposta foi elaborada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce), por meio do Instituto BioAtlântica³⁸ (IBIO), com a produção de mapas a partir do geoprocessamento desses três fatores.

a) *Bacias contendo mananciais de captação alternativa*

A partir da relação de municípios/distritos que tiveram suas captações suspensas ou inviabilizadas temporariamente em decorrência do evento (TTAC, 2016) e munidos de ferramentas de geoprocessamento, foram identificados mananciais alternativos mais próximos de cada sede, com vazão suficiente para atender a demanda da população atingida (BRASIL, 2016³⁹) (Quadro 3).

O Índice de Captações Alternativas - ICA considera a razão entre número de captações alternativas na UGRH e o total de captações alternativas na bacia do rio Doce (IBIO, 2017). As UGRHs com maior ICA são as dos rios São José (25%), Suaçuí (20%) e Caratinga (20%) (IBIO, 2017).

³⁷ A ser desenvolvido pela Fundação RENOVA. O TR foi aprovado na 5ª reunião da CT-FLOR, e validado pelo CIF em sua Deliberação CIF nº 27 de 20/09/2016.

³⁸ Entidade delegatária, equiparada às funções de Agência de Água (IBIO-AGB Doce).

³⁹ De acordo com a Nota Técnica nº 02001.001309/2016-16 DBFLO/IBAMA de 12/07/2016.

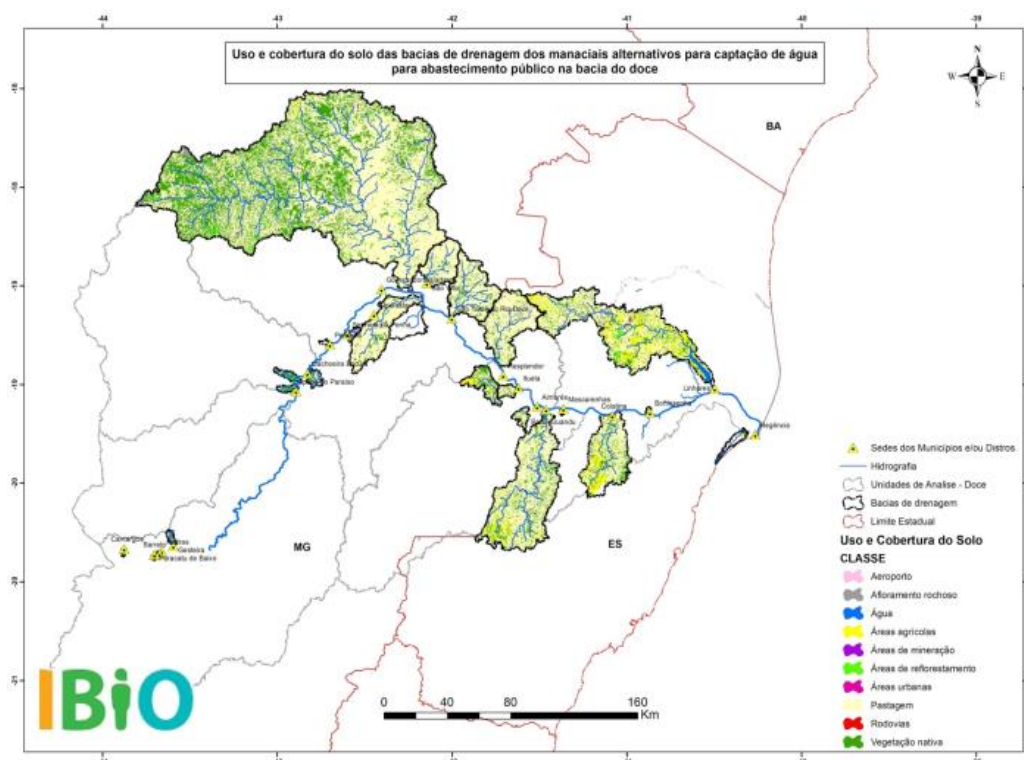
Quadro 3 - Localidades e UGRH's com captações alternativas a serem instaladas em decorrência de alterações na qualidade da água.

| UGRH | Sede ou distrito | Nº Captações alternativas | Total por UGRH | ICA (%) |
|-------------------------|--------------------|---------------------------|----------------|---------|
| UGRH 3 Santo Antônio | Belo Oriente | 1 | 2 | 10 |
| | Santana do Paraíso | 1 | | |
| UGRH 4 Suaçuí | Aimorés | 1 | 5 | 20 |
| | Galiléia | 1 | | |
| | Gov. Valadares | 2 | | |
| | Periquito | 1 | | |
| UGRH 5 Caratinga | Alpercata | 1 | 4 | 20 |
| | Fernandes Tourinho | 1 | | |
| | Tumiritinga | 2 | | |
| UGRH 6 Manhuaçu | Itueta | 1 | 2 | 15 |
| | Resplendor | 1 | | |
| UGRH 7 Guandu | Baixo Guandu | 2 | 2 | 10 |
| UGRH 9 São José | Colatina | 2 | 5 | 25 |
| | Linhares | 2 | | |
| | Marilândia | 1 | | |
| TOTAL | | 20 | 20 | |

Fonte: IBIO, 2017 com base em dados da ANA.

Com base em cada novo ponto de captação, foi delimitada a bacia de drenagem, sendo esta definida como área prioritária (Figura 18).

Figura 18 - Uso e Ocupação do Solo nas bacias com mananciais alternativos para captação de água para o abastecimento público



Fonte: Ibio (2016)

b) Vulnerabilidade:

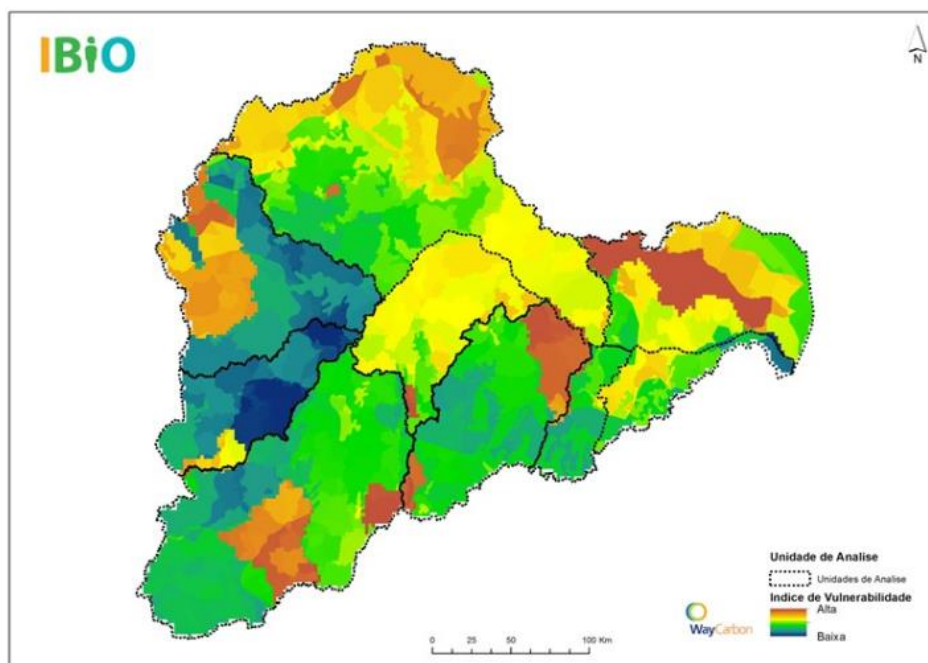
A análise de vulnerabilidade da bacia segue a metodologia definida pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) das Nações Unidas que, por meio de média ponderada, agrega informações sobre (IBIO, 2017):

- Disponibilidade hídrica (índices de seca, precipitação e estresse hídrico superficial);
- Uso e ocupação do solo;
- Áreas de mata nativa e áreas protegidas;
- Degradabilidade do solo (índices de erosão e desertificação);
- Capacidade de adaptação (Índice de Desenvolvimento Humano - IDH e dados de arrecadação pelo uso da água)

Como resultado, foi gerado o Mapa de Vulnerabilidade da Bacia do rio Doce com os graus de criticidade que auxiliam na definição de áreas prioritárias e de ações integradas para a recuperação da qualidade hídrica e ambiental da bacia (IBIO, 2017) (Figura 19). Mostra áreas de vulnerabilidade na bacia pelo

Índice de Área Crítica - IACU, evidenciando as mais degradadas e deficitárias para compreensão das fragilidades existentes no território.

Figura 19 - Distribuição espacial das áreas vulneráveis na bacia do Rio Doce.



Fonte: IBiO (2016).

O mapa aponta uma área de 2,8 mil ha da bacia, sendo 2.1 milhões de hectares em APP, destas aproximadamente 206 mil ha degradados (BRASIL, 2016; IBiO, 2017). Permite localizar as áreas mais vulneráveis, que demandam maior urgência por investimentos, para garantir uma regularidade da vazão durante períodos de estiagem, e por melhorias na qualidade ambiental do solo, no médio e longo prazo (IBiO, 2017).

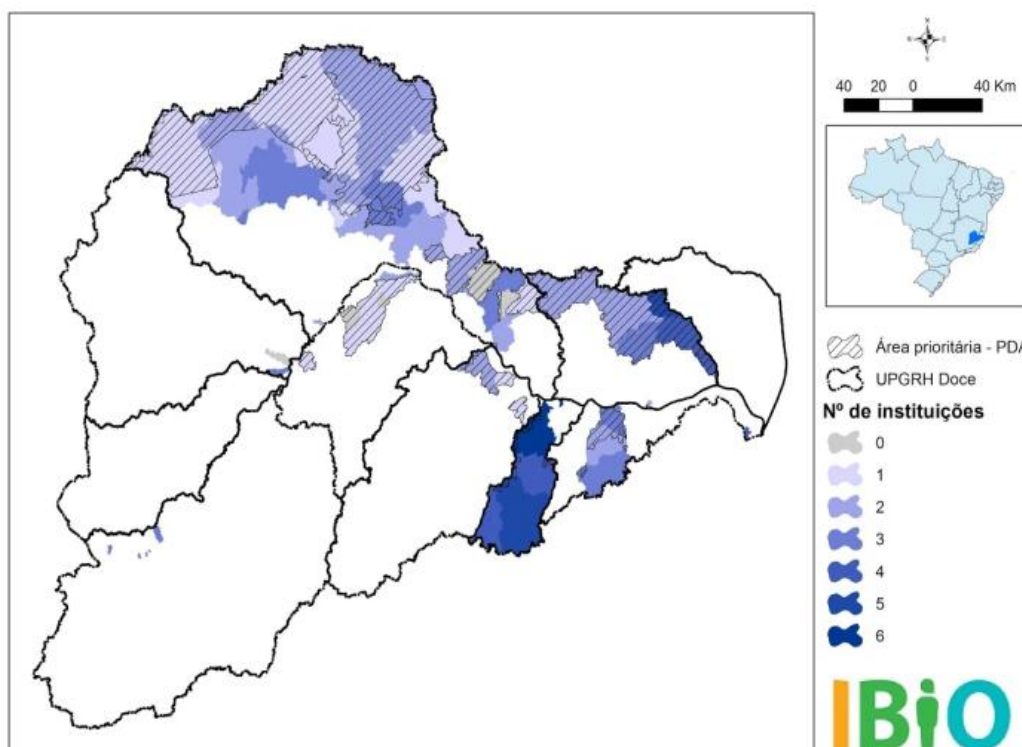
c) Presença de instituições com ações de recuperação:

O CBH-Doce, Instituto Terra e IBiO realizaram um levantamento das instituições atuantes na restauração florestal da bacia, a fim de otimizar os esforços e evitar sobreposição entre as áreas alvo (BRASIL, 2016). As instituições mais atuantes⁴⁰ foram os CBHs, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, o programa Reflorestar, o Instituto Terra e o Centro de Tecnologias Alternativas - CTA, nesta ordem.

⁴⁰ As informações foram obtidas junto ao IBiO (AGP-Doce), por meio de dados ainda não publicados, solicitados por *email*.

A partir da soma de instituições atuantes e da sua geo-especialização, obteve-se mapa com “Número de instituições identificadas e áreas críticas (prioritárias) nos Mananciais Alternativos para Populações Afetadas” (Figura 20) que ilustra número de instituições identificadas por município (BRASIL, 2016).

Figura 20 - Número de instituições atuantes e áreas críticas (prioritárias) nas sub bacias com Mananciais Alternativos para Populações Afetadas



Fonte: IBio (2016).

As áreas hachuradas foram consideradas prioritárias por apresentar um menor número de instituições atuando em programas de recuperação; maior índice de áreas críticas (vulneráveis) e com mananciais alternativos (BRASIL, 2016). As ações de recuperação no curto prazo deverão priorizar essas áreas, onde devem ser lançados os editais de chamamento público para os interessados em recuperar áreas degradadas, com o uso do PSA.

3.2.2 Definição de Modelo Operativo

Quanto ao **modelo operativo**, a alternativa acordada a ser utilizada no Programa com uso do PSA-Doce seria adaptada do modelo operativo básico do Programa Produtor de Águas, com alguns elementos do Programa Reflorestar

(BRASIL, 2016). Foram incorporados ainda aspectos sobre mobilização social utilizados no Programa Cultivando Água Boa⁴¹, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 - Modelo operativo básico aprovado pelo CIF para o Programa.



Fonte: BRASIL (2016).

Também foi discutida a necessidade de se desenvolver um sistema de gerenciamento do Programa, sendo identificado que o sistema do Programa Reflorestar seria um bom exemplo a ser seguido (BRASIL, 2017). Este sistema possui ferramentas técnicas necessárias para acompanhamento da execução dos projetos e da ferramenta de PSA, funciona em ambiente *web* e foi desenvolvido com *software* livre, sendo possível adaptá-lo ao Programa.

a) Premissas do Programa

O próximo passo foi elaborar orientações ao chamamento público para a restauração florestal, por meio de edital, com os critérios a serem observados quando da elaboração dos projetos nas propriedades. Entre os aspectos definidos, destacam-se: i) Premissas para o programa, ii) Modalidades do programa, iii) Diretrizes para o edital (BRASIL, 2017). A definição de premissas visa nortear o planejamento de estratégias. Assim, foi definido que o Programa

⁴¹ Conforme detalhado na Nota Técnica IBAMA nº 02001.001309/2016-16 de 12 de julho de 2016. A aprovação pelo CIF se deu pela Deliberação CIF nº 27 de 20 de setembro de 2016.

deverá seguir as seguintes premissas (Quadro 4):

Quadro 4 - Premissas definidas pela CTFLORE a serem seguidas na execução do Programa.

| Premissas | Descrição |
|---|--|
| <i>Priorizar áreas de preservação permanente (APPs)</i> | Entre as áreas objeto de recuperação, porém não se limitando a elas. Para efeitos desse Programa considerar-se-á toda a área da bacia como área de recarga, sendo, portanto, elegível para receber os projetos de recuperação. O intuito é permitir a adicionalidade da recuperação de áreas não legalmente protegidas como as APPs, mas que possuam a função de recarga hídrica, uma vez que também contribuem para a quantidade e qualidade dos recursos hídricos |
| <i>Utilizar o Pagamento por Serviços Ambientais</i> | Considerado fundamental para o sucesso do Programa, é o instrumento de incentivo à adesão dos produtores rurais, garantindo os SAs em consonância com programas/projetos já existentes |
| <i>Prever técnicas de recuperação que possibilitem a geração de renda</i> | Identificou-se como oportunidade de renda e de envolvimento do produtor rural nas ações de recuperação/conservação das áreas Prevê estimular os proprietários de terra e agricultores a adotarem sistemas produtivos alternativos, tais como sistemas agroflorestais (SAFs) |
| <i>Utilizar conceitos de ecologia de paisagem na escolha das áreas</i> | Devem ser consideradas situações como contiguidade entre APPs, áreas de reserva legal, unidades de conservação e fragmentos de vegetação nativa existentes no entorno |
| <i>Promover a articulação interinstitucional</i> | Visa garantir uma visão multi e interdisciplinar do processo, com interfaces econômica, social e ambiental |
| <i>Adotar indicadores de sustentabilidade para o monitoramento</i> | Permite a aferição dos benefícios pela restauração e do desempenho social e econômico da propriedade e do programa |
| <i>Exigir a inscrição das propriedades no CAR</i> | O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um instrumento de gestão ambiental importante, instituído pelo Código Florestal e que serve ao planejamento da conservação |
| <i>Utilizar sistema de pontuação para escolha das áreas</i> | Por ser a adesão voluntária, visa ranquear as áreas elegíveis com critérios objetivos, na eventualidade da demanda exceder a capacidade ofertada pelo Programa |

Fonte: BRASIL (2017) e BRASIL (2016).

b) Modalidades

Após ampla discussão, foram definidas modalidades de recuperação que seriam aceitáveis conforme objetivos previstos no TTAC. Com base em proposta técnica consolidada pelo Minas Gerais (2017), estabeleceu-se que seriam aceitos quatro **modalidades de recuperação** (Quadro 5).

Quadro 5 - Modalidades definidas pela CTFLOR a serem seguidas na execução do Programa.

| Modalidades | Descrição |
|--|--|
| <i>Regeneração natural</i> | Em áreas que apresentarem maior potencial, pela diversidade existente em áreas próximas a remanescentes de vegetação nativa, favorecendo sua recolonização. |
| <i>Regeneração natural com plantio</i> | Em áreas que necessitem de plantios adicionais para fins de enriquecimento, para acelerar o processo de regeneração da vegetação remanescente. Em áreas, por exemplo, com baixa expressão de regeneração natural ou com alta expressão, mas baixa diversidade florística. |
| <i>Plantio de espécies nativas</i> | Áreas com ausência de regeneração natural, em diferentes fitofisionomias. |
| <i>Sistemas agroflorestais</i> | Com o uso do consórcio de espécies arbóreas e arbustivas, nativas e/ou exóticas, e culturas agrícolas. Podem ser temporários ou permanentes, com arranjos adaptados às realidades locais. |

Fonte: Brasil (2017) e Minas Gerais (2017)

Na hipótese de se atingir os 40 mil ha a um custo inferior a R\$ 1,1 bilhões de reais pré-designado, poderão ser realizadas outras ações se até atingir este valor. Neste caso, duas outras modalidades seriam aceitas:

- a) *Pagamento por floresta em pé*: objetiva valorizar as propriedades que já possuem área com cobertura florestal nativa, estimulando sua conservação por meio do pagamento direto aos proprietários, por SEs eventualmente já prestados (MINAS GERAIS, 2017).
- b) *Práticas de conservação de água e solo*: visam incluir práticas que contribuem para o aumento da oferta e melhoria da qualidade dos recursos hídricos. Incluem as práticas de manejo de solo que favoreçam a prevenção e controle de processos erosivos e o aumento da infiltração de água (MINAS GERAIS, 2017).

c) Diretrizes para o edital

A partir do modelo operativo básico e do modelo adotado pela ANA no PdA, foram propostos objetivos, conteúdo mínimo para o edital, com critérios a orientarem a execução do Programa (BRASIL, 2017). Seguem abaixo os principais aspectos definidos das diretrizes propostas em Brasil (2017):

Objetivos do edital

- a) Proporcionar ampla divulgação do Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente e áreas de recarga.
- b) Conferir impessoalidade na escolha dos proprietários aptos a aderir ao programa.
- c) Estabelecer de forma clara e transparente os critérios que serão adotados para escolha das propostas a serem contempladas com o programa.
- d) Estabelecer de forma clara e transparente as etapas do processo de escolha.
- e) Definir os meios de divulgação dos resultados do edital de forma clara e

transparente.

Critérios para elegibilidade para o Programa:

- a) Incluir obrigatoriedade de inscrição no CAR;
- b) Flexibilizar a obrigatoriedade de documento fundiário.

Critérios para ranqueamento e escolha das propostas:

Dá suporte à eleição das áreas, de acordo com aspectos objetivos e transparentes. Os critérios refletem as premissas e princípios acordados para nortear as estratégias do Programa. Deverão ser propostos pesos para cada um que serão somados para produzir a classificação final, incluindo:

- a) *Porcentagem da área disponibilizada para intervenções:* privilegiar propostas com o maior percentual de área disponibilizada para as intervenções previstas em relação ao total da propriedade, priorizando proprietários engajados com o Programa.
- b) *Conectividade da área disponibilizada para intervenções com fragmentos e/ou propostas vizinhas:* para maior ganho além dos limites da propriedade, visando reestabelecer a conectividade entre remanescentes. Evita a gestão individualizada das propriedades e busca analisar a paisagem na escolha das propostas.
- c) *Localização da área disponibilizada em área de recarga,* conforme definição adotada⁴². O objetivo é priorizar a recuperação de áreas que se localizem em compartimentos da paisagem com maior contribuição à recarga hídrica das sub bacias.
- d) *Porcentagem de adesão às propostas do PIP.* Busca privilegiar proprietários que aceitem o máximo das intervenções e técnicas propostas pelo PIP, potencializando os efeitos positivos para a biodiversidade e o aumento da recarga hídrica.
- e) *Localização da área em mapeamentos oficiais que indiquem importância para a conservação da biodiversidade e vulnerabilidade.* Propriedades com áreas de maior importância para biodiversidade e com maior vulnerabilidade deverão ser priorizadas. Incorpora-se a dimensão da paisagem, com ênfase nas propriedades com maior importância regional.
- f) *Recuperação além do mínimo legal.* Trata-se de critério de adicionalidade que busca priorizar os proprietários que disponibilizarem uma área maior do que o exigido pela legislação, incentivando-os a recuperar fragmentos maiores de vegetação nativa.
- g) *Porcentagem da propriedade com vegetação nativa já existente.* Visa reconhecer e privilegiar os proprietários que já mantêm áreas de vegetação nativa preservadas em seus imóveis. Evita-se que propriedades inteiramente desmatadas tenham preferência sobre aquelas com maior percentual de áreas preservadas, o que viria a penalizar os que historicamente mais preservaram vegetação nativa.

Modalidades aceitas

A partir das intervenções recomendadas ao projeto integrado da

⁴² A priorização deve seguir as diretrizes estabelecidas na 8ª reunião da CT-FLOR, descritas no Parecer Técnico IBAMA nº 02001.000475/2017-78.

propriedade (PIP), cabe a definição dos custos de execução do projeto e dos valores devidos para o PSA, por modalidade, sendo definido que:

- a) O valor do PSA deverá respeitar os já praticados por políticas públicas e projetos similares na região, para não criar uma distorção entre os programas.
- b) Só será pago integralmente a quem recuperar o mínimo exigido pela legislação (APP e Reserva Legal). Quem optar por recuperar menos do que a legislação exige (já que a legislação permite a recuperação de forma gradual) deverá receber proporcionalmente o equivalente do valor do PSA.

Após serem submetidas e aprovadas pelo CIF, essas recomendações integram a Deliberação CIF nº 65 de 09/05/2017, sendo concedido à Fundação RENOVA prazo para a elaboração de proposta de edital.

3.3 Questões para a Análise

Ainda que o instrumento tenha sido identificado como essencial à execução do Programa em questão, as diretrizes definidas são mais relevantes à orientação dos projetos do que ao pagamento pelos SAs, não deixando claro se todos os elementos obrigatórios a um esquema com PSA estão presentes.

Entre as questões cruciais estão os custos atrelados (de oportunidade, de transação etc), a definição dos SAs a serem pagos e dos provedores a serem contemplados, e os efeitos possíveis com a implementação do Programa, já que existem um prazo e um piso de recurso financeiro a ser investido definidos.

Tal fato não põe em risco, necessariamente, o Programa, ainda em fase de concepção. No entanto, são questões que devem ser pensadas, algumas antes mesmo da fase de chamamento ao público alvo. Nesse sentido, este trabalho se propõe a lançar algumas dessas questões para debate:

1. *Que outros fatores econômicos, sociais ou políticos podem afetar a decisão dos proprietários de aderirem ao programa?*

Em se tratando de Programa que envolverá voluntariamente proprietários rurais, dispostos a promoverem a mudança no uso da sua terra em troca de incentivos diretos e indiretos, o recrutamento mostra ser fase relevante.

Que cenários, com e sem o PSA, poderiam ilustrar os benefícios possíveis que, por sua vez, estimulariam a adesão ao Programa? Além disso, a

estrutura institucional e a definição dos quesitos para priorização ou elegibilidade também afetam o desejo ou motivação intrínsecos e os impactos percebidos?

2. Quais os custos relevantes para o Programa, conforme modalidades e premissas definidas? Têm sido previstos de forma adequada?

É notório na literatura que a eficácia e a eficiência do PSA dependem crucialmente da concepção do programa (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Quando do delineamento das orientações, estimativas adaptadas à realidade da bacia foram apresentadas⁴³ por representantes da ANA e do SEAMA, responsáveis pelos programas indicados como modelo ao proposto. É previsto, inclusive, que o valor a ser definido ao PSA esteja de acordo com o já adotado atualmente por esses programas, para evitar efeitos negativos em outras políticas, em andamento, como por exemplo o de vazamento.

Uma grande vantagem deste Programa é a previsão de execução dos projetos de recuperação ambiental, cujos os custos continuam sendo um grande obstáculo para muitos proprietários (RICHARDS *et al.*, 2017). Mudanças e manutenção das áreas podem custar por hora mais do que os investimentos iniciais para a maioria dos produtos agrícolas (RICHARDS *et al.*, 2017).

Porém, outros custos associados ao planejamento, mobilização, implantação e monitoramento do Programa não foram ainda discutidos. Além disso, Richards e autores (2017) alertam que questões econômicas, como a distância dos mercados, flutuações de preços, o acesso ao crédito e as restrições de mão-de-obra, afetam o potencial de produção e, portanto, a adesão ao programa e as decisões sobre o uso da terra e o custo de oportunidade.

Infere-se que esses custos serão assumidos pela Fundação RENOVA, financiadora responsável pelo Programa. Há também a possibilidade de se envolver entidades parceiras na sua execução, como o CBH-Doce (e seus subcomitês) e órgãos estaduais, detentores de boa parte das informações.

No entanto, o nível de envolvimento não está claramente definido, podendo afetar os critérios de priorização das microrregiões a serem

⁴³ Conforme registrado nas atas das reuniões da CTFLOP.

contempladas e também o escalonamento dos recursos previstos para a execução do Programa em 10 anos. Então, surgem algumas questões:

- a) Que outros custos, como de transação, além o de execução dos projetos e do PSA, são relevantes à eficiência do programa e devem ser logo estimados? Deveriam entrar como critérios na priorização de áreas?
- b) Os incentivos financeiros (pagamentos) representarão, minimamente, o valor dos SAs e os custos de oportunidade pela conversão das áreas?
- c) O critério da adicionalidade pela restauração de áreas não protegidas está sendo considerado de forma adequada?

3. Os critérios definidos contemplam questões econômicas e sociais? Que outras questões podem afetar a eficiência e a equidade do Programa?

O PSA pode se tornar atraente em contextos em que os prestadores de SAs são proprietários pobres ou marginalizados (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Onde os prestadores dos serviços são proprietários pobres ou comunidades desfavorecidas, o PSA poderia contribuir para o alívio da pobreza (PAGIOLA, ARCENAS; PLATAIS, 2005), ainda que em termos relativos o custo (de transação) pode vir a ser maior do que para os em melhores condições (MURADIAN, *et al.*, 2010).

As possibilidades de cenários ‘ganha-ganha’ (*win-win*) são possíveis em determinados contextos institucionais e de governança, parte das razões pelas quais os PSAs se tornaram tão atraentes, particularmente em países em desenvolvimento (MURADIAN *et al.*, 2013). Mas, questiona-se:

- a) O PSA seria uma oportunidade àqueles que enfrentam restrições orçamentárias e de acesso ao crédito para investirem na propriedade?
- b) Qual a relação do PSA com a regularização ambiental?
- c) Estes mesmos casos podem enfrentar problemas no monitoramento, quando os provedores devem assegurar a manutenção dos SAs para continuidade do pagamento?
- d) Que oportunidades para a produção de benefícios sociais e incentivos perversos indesejáveis programas com o PSA podem representar?
- e) Soluções ‘ganha-ganha’ estão sendo pensadas, de acordo com os critérios de priorização de áreas propostos? Isso pode ser um ponto de ineficiência ao Programa?

4. Que efeitos esperados são relevantes com uso do PSA, em um programa de cunho compensatório? Quais cuidados são cabíveis?

Muitos esforços têm sido dedicados à expansão dos pagamentos para programas ambientais em nível de bacia hidrográfica⁴⁴ nas escalas nacional e regional. Todavia, no Brasil, os esquemas com PSA ocorrem principalmente no nível de bacias elementares, em geral associados a recursos hídricos.

Assim, a expansão do uso do PSA em grandes bacias encara desafios logísticos, em particular na definição dos incentivos apropriados e no fornecimento de SAs adicionais sob restrições orçamentárias. Por isso, um programa que envolve a recuperação de 40 mil ha, em 10 anos, ao longo de mais de 80 mil km² de área bastante heterogênea, ambiental e socialmente, em dois estados da federação, manterá os critérios de permanência e de eficiência necessários frente a este desafio?

A permanência dos participantes no programa revela-se tão crucial quanto a própria adesão, por ser uma transação voluntária. Seria dificultada por mudanças nas condições externas quanto aos preços de mercado (aumento do custo de oportunidade), pela interrupção do financiamento ou ainda por embates políticos e institucionais que podem provocar mudanças no cenário de incentivo?

Não sendo financiado pelo beneficiário/usuário dos SAs, que especificidades cabem ao Programa para a perpetuidade dos benefícios individuais e coletivos? Será que 10 anos fornecem a confiabilidade necessária para garantir o alcance dos seus objetivos e a eficiência necessária para sua execução? E depois?

⁴⁴ Também chamados na literatura especificamente de 'PSABH' ou ainda 'PSW', em inglês.

CAPÍTULO 4 - CRITÉRIOS E ASPECTOS RELEVANTES PARA O PSA-DOCE

Ainda que se reconheça a dificuldade de construção de um programa de PSA com todos critérios atendidos, e que a maioria dos esquemas no mundo é “tipo-PSA” ou “quase-PSA”, atendendo a alguns, não a todos os critérios simultaneamente (WUNDER, 2007), o exercício em identificar os elementos necessários para seu atendimento na sua construção é válido e recomendável.

Por isso, para o uso do PSA no Programa em estudo (aqui chamado PSA-Doce), vale checar se os critérios, princípios e recomendações da literatura vêm sendo observados. Com base na definição revisada de Wunder (2015) e de outros autores como Engel (2016), Muradian *et al.* (2010; 2013), Tacconi (2012) e Pagiola (2005), serão analisados cada um dos critérios e outros aspectos relevantes para o caso do PSA-Doce nos tópicos a seguir. Neles é possível observar uma intrincada relação de causa e efeito, onde cada um influencia e é influenciado pelos outros.

4.1 Adesão e Recrutamento

Uma das premissas para a eficiência do pagamento por serviços ambientais no atendimento dos seus objetivos é que a adesão entre os que negociam seja voluntária. A participação voluntária cria uma forte presunção de que os participantes buscam uma situação melhor que aquela em que estão, particularmente os prestadores dos serviços, por isso os termos do PSA devem estar claros e bem definidos. Assim, ao ser revestido do caráter de *transação voluntária* (1º critério de WUNDER, 2015), a informação sobre o instrumento deve chegar de forma transparente aos candidatos, para embasar escolhas.

No Programa em questão, o enfoque está na recuperação ambiental de 40 mil ha de áreas degradadas em propriedades rurais localizadas, prioritariamente, em APPs ou áreas de recarga e Reservas Legais (RLs) da bacia. Portanto, acaba por apresentar também um viés de regularização ambiental ao oferecer ao produtor a oportunidade de recuperação de APP's degradadas em sua propriedade, ainda que a legislação permita seu uso

(conforme Código Florestal, para áreas consolidadas, antes 2008). A possibilidade de aderir ao programa exime-o, inclusive, de sanções previstas nos instrumentos de comando e controle⁴⁵. Ainda assim, a adesão deve ser voluntária aos provedores dos serviços (“*supply-side*”).

Vale registrar que, neste caso, não é uma transação voluntária por parte do pagador pelo serviço, que é a Fundação RENOVA, já que o recurso a ser investido no PSA-Doce advém de obrigação compensatória, acordada em nome da Samarco e suas acionistas (TTAC, 2016). Como a participação voluntária dos provedores tem mostrado maior significado na implementação de esquemas de PSA do que a dos usuários/pagadores, a garantia do recurso e os esforços despendidos na construção do Programa como parte de um arranjo institucional são fatores favoráveis à adesão, por criarem clima de confiança e de continuidade.

Outros três fatores que afetam a adesão a programas com PSA se destacam: quesitos para elegibilidade (pelos proprietários), desejo ou motivação intrínsecos, e impactos percebidos (i.e., benefícios diretos e indiretos). Seguem no Quadro 6 alguns dos principais aspectos apontados na literatura associados a esses fatores, que podem interferir na adesão ao Programa com o PSA-Doce.

Quadro 6 - Fatores que afetam na adesão a Programas com PSA.

| FATOR | ASPECTO POSITIVO | ASPECTO NEGATIVO |
|----------------------------|---|--|
| <i>Elegibilidade</i> | A priori, qualquer propriedade inserida nas áreas prioritárias | Restrição a áreas mais vulneráveis, fora dos limites da prioridade (↓ eficiência) |
| <i>Desejo ou Motivação</i> | Oportunidade para gerar/aumentar benefícios com melhor uso da terra; Aumento da lucratividade (aproveitamento de terras com baixa produtividade); Apoio técnico na elaboração e execução dos projetos (Crest ≈ 0) Mínima exigência documental; Promoção de práticas inovadoras, rentáveis e sustentáveis. | Terras c/ alta produtividade são menos propensas a participar (> C _{oport}); Outros custos para atender requisitos do programa ou manter as áreas restauradas; Direitos de propriedade/posse indefinidos interferem na decisão; Falta de conhecimento ou acesso ao crédito e à assistência rural. |

⁴⁵ Cabe esta previsão no edital e contrato a ser firmado com os proprietários.

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| <i>Impactos Diretos e indiretos</i> | Renda adicional e estável; Efeitos de 2ª ordem (benefícios sociais); Mudanças nas relações de trabalho (uso da mão de obra familiar etc); Novas fontes de renda (subprodutos florestais, agro ou ecoturismo etc). | Obrigação compensatória em vez de 'disposição a pagar' (WTP) por beneficiários; $PSA < C_{oport}$; Mudanças nas relações de trabalho (baixa oferta por mão de obra etc); Necessidade de orientação técnica para aproveitar novas oportunidades. |
|-------------------------------------|--|---|

Fonte: Adaptado de Pagiola (2005)

Projetos desenvolvidos apontam ainda para questões econômicas, como distância dos mercados, infraestrutura, flutuações de preços, novas tecnologias, acesso ao crédito e à mão-de-obra, que afetam os níveis de produção e as decisões sobre o uso da terra. Portanto, um dos primeiros aspectos a ser avaliado pelo produtor é o acesso à informação com a correta divulgação dos termos propostos à recuperação ambiental, o que requer o estabelecimento de canal transparente de comunicação e, conseqüentemente, de confiabilidade com o Programa, por toda a bacia.

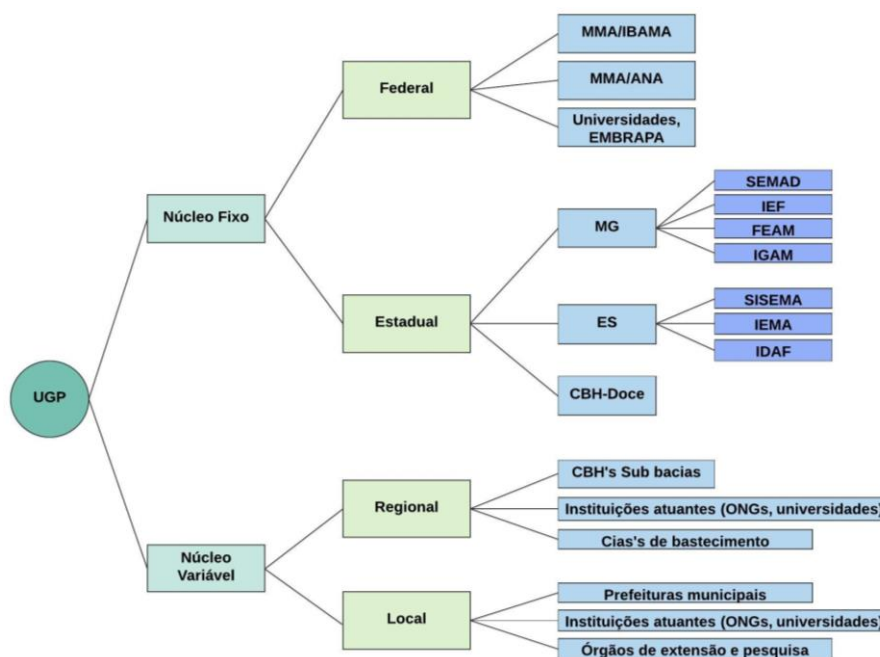
Além disso, fatores sociais, políticos e culturais, incluindo a confiança nas instituições e nas redes sociais envolvidas, interagem com os fatores econômicos e também influenciam as decisões. Evidências de projetos com PSA em outros lugares da Mata Atlântica sugerem que as conexões com organizações municipais e da sociedade civil são especialmente importantes (LATAWIEC *et al.*, 2015; RICHARDS *et al.*, 2016; VIANI; BRACALE, 2015). Organizações, que já tenham esses vínculos estabelecidos precisam ser identificadas e envolvidas na construção das etapas operacionais do Programa, de chamamento, mobilização, recrutamento e engajamento dos proprietários. É, inclusive, fundamental que o PSA-Doce seja capaz de contribuir para o fortalecimento político dos segmentos sociais envolvidos, pois a dimensão política não se limita à questão da equidade ou custos e benefícios, mas envolve a definição dos serviços a serem conservados, processo este geralmente dominado pelos compradores dos SAs (HAUSKNOST *et al.*, 2017).

Ainda que tenha sido criada para dar andamento aos Programas definidos no Acordo (TTAC, 2016), a Fundação RENOVA é um dos elementos chave nesse arranjo, mas que não supre a necessidade de se instituir um arranjo mais amplo. Na proposta do PdA, este arranjo se fundamenta na criação de uma unidade gestora do projeto (UGP) (ANA, 2012), onde estariam representadas as

instituições ambientais, técnicas e políticas, necessárias ao Programa. No caso do Doce, esta etapa estaria parcialmente contemplada no mapa de áreas prioritárias de curto prazo do Programa com o levantamento das instituições atuantes (IBIO, 2017). Cabe maior articulação a envolver essas instituições.

Conforme proposta apresentada pela Agência Nacional de Águas - ANA⁴⁶ (Figura 22) à CTFLO, o próximo passo seria esse refinamento com a construção de arranjos locais e de acordos com a definição de papéis, responsabilidades, meios de participação, para, finalmente, ter-se instituída a UGP com dois tipos de núcleos: um fixo, para coordenar as ações do Programa; e outros variáveis, por sub bacias ou regiões em cada um dos estados, a depender das áreas onde o recorte local estará definido.

Figura 22 - Arranjo institucional proposto pela ANA para a UGP do PSA-Doce.



Fonte: Elaborado pela autora.

Outra questão importante é a definição do pagamento, essencial para engajar os produtores aos programas com PSA (BRASIL, 2013). No modelo proposto pela ANA, os valores a serem pagos pelos SAs são indiretamente proporcionais aos serviços restaurados ou conservados, mais diretamente às

⁴⁶ A proposta da ANA apresentada à Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Águas – CTFLO, em sua 8ª reunião ordinária foi adaptada do programa Produtor de Águas, cuja coordenação é de sua responsabilidade.

soluções do projeto proposto (PIP) e às conversões de uso recomendadas para a propriedade. Como a implementação do projeto com o PSA pode envolver mudanças substanciais no gerenciamento dos recursos disponíveis, pode ter implicações significativas aos meios de subsistência, por isso, é reservado o direito de escolha da opção de recuperação o proprietário prefere, o que deve ser levado em consideração (TACCONI, 2012). Na proposta, são previstas diversas modalidades de restauração, cada qual com pesos diferenciados no cálculo do PSA, a depender das alternativas escolhidas (ANA, 2012).

O setor agropecuário exerce importante papel na economia como principal fonte de renda, emprego e ocupação de mão-de-obra em municípios de menor porte (61,2% dos municípios da bacia), onde a população rural ainda predomina, como no Médio Doce (VIANI; BRACALE, 2010). Assim, as ações devem estar em consonância também com essas atividades.

Questões como grau de urbanização, tendências de crescimento demográfico ou de êxodo rural devem ser observadas para a definição de estratégias de comunicação e de recrutamento nas áreas identificadas como prioritárias. Informações sociais e econômicas são importantes inclusive para as estimativas de custos, a garantia de acesso a assistência técnica e a construção de uma percepção positiva por parte dos proprietários sobre o Programa.

É preciso que o produtor perceba os benefícios em aderir ao Programa. Todas as condições afetam a tomada de decisão do produtor, por isso, cabe sua estruturação com clareza, a mostrar as vantagens, os riscos, as contrapartidas e os benefícios a serem gerados com sua implementação, pois um instrumento perfeito tecnicamente será inócuo se ele for rejeitado politicamente. Soluções híbridas, que combinem o PSA clássico com abordagens mais convencionais de conservação e desenvolvimento integrado, podem ser adequadas para atender expectativas e gerar interesse.

4.2 Custos do Programa

Diversos são os custos associados a programas de restauração florestal, de recuperação de áreas degradadas ou de conservação ambiental que se valham

do uso do PSA como instrumento de incentivo. Eles ocorrem em todas as fases⁴⁷ de um esquema com PSA, desde seu planejamento até a operação do programa.

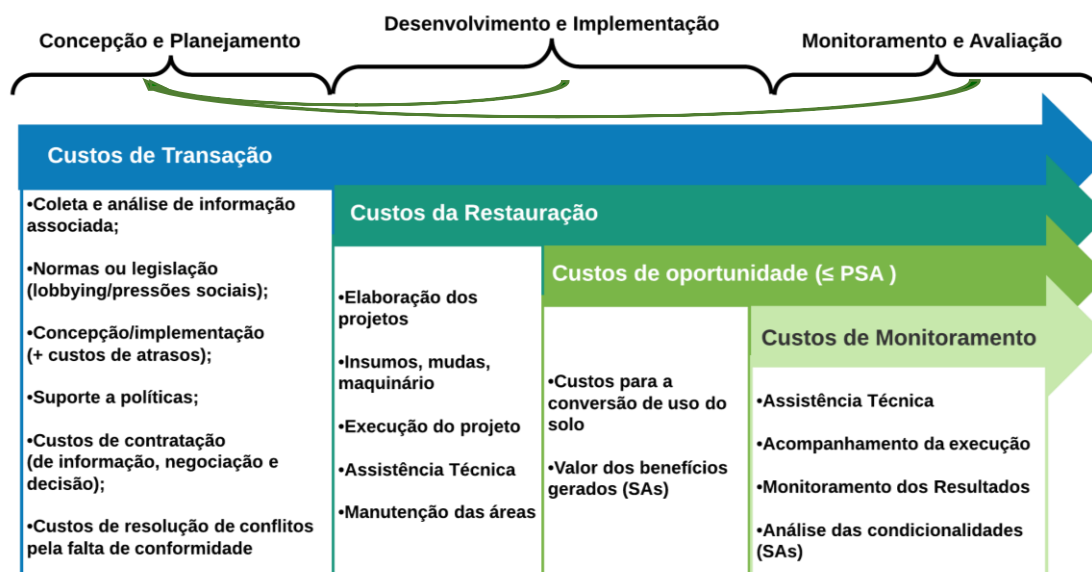
Normalmente, o principal enfoque na fase de elaboração dos programas, hora das estimativas e dos levantamentos de recursos, são os custos de restauração e de oportunidade, por razões óbvias: são os que impactam diretamente na concepção dos projetos e do PSA, respectivamente. São os custos, em geral, envolvidos nas estimativas de valores a serem gastos, quando se faz os cálculos de R\$ ou USD por hectare para obtenção do recurso ou prestação de contas junto aos financiadores, compradores/usuários.

No entanto, a literatura chama a atenção para outros custos associados, chamados por Engel (2016) de custos de provisão, como os de transação, de administração, de conformidade ou de monitoramento, de grande relevância ao alcance eficiente dos objetivos de esquemas com uso do PSA, como do Programa em debate. Destacam-se os custos do PSA (de oportunidade), de restauração, de monitoramento e de transação.

Neste trabalho, foram definidas 3 fases ao Programa: de concepção/planejamento, desenvolvimento/implementação e monitoramento/avaliação, sendo prevista em qualquer uma a reavaliação dos fundamentos para ajustes ao Programa (setas em verde escuro) (Figura 23).

⁴⁷ Engel e autores (2016) citam quatro fases na concepção de esquemas de PSA, definidas por Sattler e Matzdorf (2013): exploração, desenvolvimento, testes-piloto e operação do programa.

Figura 23 - Principais custos associados ao PSA e fases em que incorrem.



Fonte: Elaborada pela autora.

A seguir, busca-se os principais pontos de atenção desses custos, na tentativa de se antever sua relevância ao Programa a ser implementado na bacia do Rio Doce.

$$\text{Custos do Programa} = C_{\text{rest}} + C_{\text{oport}} + C_{\text{trans}} + \text{Custos Associados (ou de Provisão)}$$

Sendo que: $C_{\text{oport}} \leq \text{PSA-Doce}$ e
 Custos Associados (ou de Provisão) = $C_{\text{adm}} + C_{\text{conf}} + C_{\text{monit}} + \dots$

4.2.1 Custos de restauração - C_{rest}

Como detalhado no Capítulo 3, o Programa tem o enfoque na recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce com controle de processos erosivos, medidas que encontram fundamentação na legislação federal, em especial nas Leis nº 9.605/98, nº 11.428/06 e nº 12.651/12, além de outros instrumentos legais e infralegais⁴⁸.

Apesar de ser instrumento a ser utilizado “como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas” (inciso I, art. 41 da Lei nº 12.651/12), tal estímulo ainda enfrenta resistência na restauração

⁴⁸ Leis Estaduais nº 17.727/08 (Minas Gerais) e nº 8.995/08 (Espírito Santo), além do Decreto Federal nº 8.972/17, principalmente.

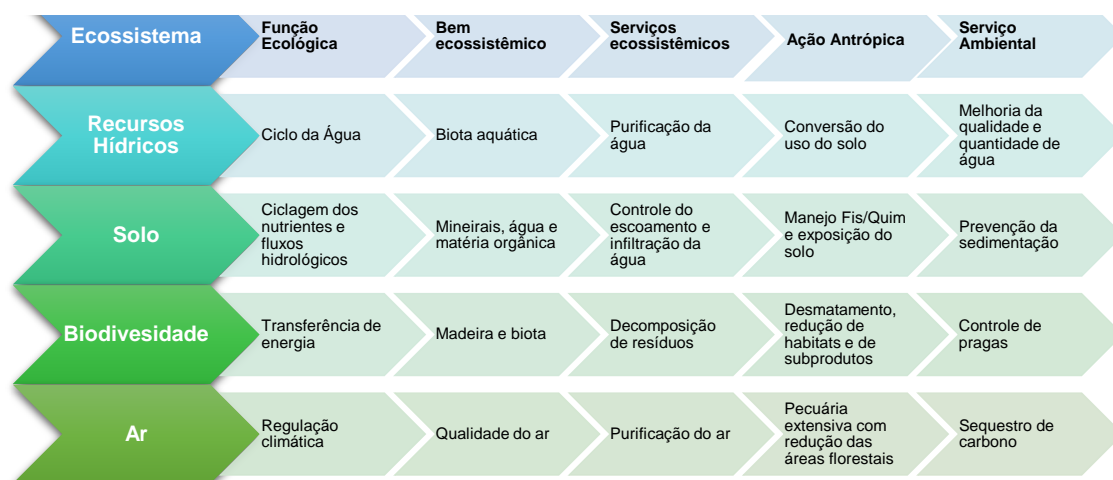
da vegetação nas APPs e de Reservas Legais. Além da ineficiência dos instrumentos de comando e controle e da flexibilização legal para a recomposição de áreas que tiveram vegetação suprimida antes de 2008, ainda faltam incentivos para que os proprietários direcionem recursos e ‘abdiquem’ ao uso alternativo delas. Assim, como pontos que afetam os C_{rest} , tem-se a definição do(s) SA(s) almejado(s) e objetivos do programa, para a elaboração dos projetos.

a) Definição dos SAs

É possível o refinamento dos C_{rest} partir do definido por IBAMA (2016) e a definição dos modelos de projetos a serem promovidos. No entanto, o Acordo não definiu taxativamente o SA focal do Programa. É possível extrair que sua principal contribuição estará na restauração florestal de 40 mil ha, seja por meio de reflorestamento ou pela regeneração natural⁴⁹ (TTAC, 2016), à qual associam-se diversas funções ecossistêmicas pela cobertura do solo e melhoria na qualidade e na quantidade da água. Nesse sentido, os SAs passíveis de pagamento pelo PSA-Doce são: a conservação e melhoria da qualidade e disponibilidade hídrica; conservação e incremento da biodiversidade; redução de processos erosivos e sequestro de carbono (Figura 24).

⁴⁹ De acordo com o Decreto Federal nº 8.972, de 23/01/2017, considera-se **reflorestamento** - plantação de espécies florestais, nativas ou não, em povoamentos puros ou não, para formação de uma estrutura florestal em área originalmente coberta por floresta desmatada ou degradada; e **condução da regeneração natural da vegetação** - conjunto de intervenções planejadas que vise a assegurar a regeneração natural da vegetação em área em processo de recuperação.

Figura 24 - Serviços ambientais a serem contemplados pelo PSA-Doce.



Fonte: Adaptado pela autora de MMA (2011), DAILY et al. (2009) e DEGROOT et al. (2002)

Ao determinar que a recuperação de APPs degradadas ocorra “preferencialmente, mas não se limitando, nas sub bacias dos rios definidos como fonte de abastecimento alternativo” para as localidades afetadas pela interrupção do fornecimento de água do Rio Doce (TTAC, 2016), percebe-se uma preocupação direta pela conversão de áreas degradadas em floresta, e pelos benefícios ambientais a ela vinculados. Principal efeito esperado é na qualidade dos recursos hídricos⁵⁰, com a contenção de sedimentos e aumento da infiltração da água no solo, devendo ser este o principal SA do programa.

Ainda que exista a complementaridade de outros serviços incrementados pelo Programa (BRASIL, 2017), é importante destacar o SA para orientar não apenas o valor do PSA-Doce como também definir as metodologias de acompanhamento, aferição da condicionalidade e monitoramento do programa. Nesse sentido, com a escolha da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, tem-se a possibilidade de associá-lo a outras ações do Acordo. É o caso do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático (PMQQS, Cláusula 173 do TTAC, 2016) de Água e Sedimentos do Rio Doce que disponibilizará dados hidrológicos que podem subsidiar o Programa com informações.

⁵⁰ É o principal SA alvo do programa Produtor de Águas, para o qual se tem melhor definidos os métodos de avaliação dos benefícios, por meio de cálculos envolvendo índices de abatimentos na perda do solo e nos custos de tratamento da água (ANA, 2012; CHAVES et al., 2004a).

Por fim, mesmo que Wunder (2015) tenha redefinido este critério, é importante mantê-lo nos alicerces do Programa, condicionando o pagamento ao fornecimento do SA(s) prioritário(s). Com isso, espera-se contribuir para a eficiência econômica do Programa.

b) *Elaboração, Execução e Manutenção dos Projetos*

Os C_{rest} são um grande obstáculo para muitos proprietários, principalmente aos mais pobres, pois podem chegar a investimentos iniciais muito maiores do que a maioria das atividades agropecuárias. Costumam ser uma restrição comum em muitos dos exemplos de PSA, onde os C_{rest} são parcial ou totalmente financiados pelos próprios proprietários, nem sempre dispostos a pagar por eles, a não ser quando impostas sanções.

No caso do Programa a ser implementado na bacia do Doce, observa-se uma vantagem ter inserida em seu escopo a previsão do custeio dos projetos de restauração. No entanto, não está ainda claro o quanto desses custos englobariam etapas como a elaboração dos projetos ou a manutenção das áreas, se exigiriam contrapartidas do proprietário ou de outras instituições parceiras, sem falar nos custos de transação envolvidos. Infere-se que as estimativas que tenham chegado no cômputo designado de R\$ 1,1 bilhão englobem apenas os custos de restauração, por hectare⁵¹.

Ao importar o modelo do PdA, onde é prevista apoio técnico com a elaboração, implantação, acompanhamento e monitoramento do PIP (ANA, 2012), este passa ser um elemento neste Programa. No entanto, resta realizar a adequada estimativa dos seus custos, inclusive com as variações regionais quanto aos custos de oportunidade, elementos técnicos, logística e método de restauração a ser escolhido, para melhor alocar os recursos nas atividades.

Uma questão importante é ter perfeitamente realizado o diagnóstico das áreas elegidas e, a partir de então, definidas as técnicas de manejo, serviços e atividades passíveis de serem inseridas nas soluções de projeto. Cercas, plantio

⁵¹ Estima-se o custo de execução por meio de reflorestamento em mata atlântica o valor médio de R\$ 25 mil/ha e por regeneração natural de R\$ 15mil/ha (relato oral), o que quase totalizaria o valor designado para toda a restauração florestal de 40 mil ha na bacia do Rio Doce, como prevista.

de mudas, dispositivos de drenagem e de conservação do solo (barraginhas, terraças etc) são medidas cruciais ao êxito de um projeto de restauração, que podem representar custos significativos, devendo ser adequadamente dimensionadas. Para driblar, um exemplo está na escolha de espécies de rápido crescimento, baseada em características sucessionais, uma forma de reduzir os custos de manutenção, inclusive, por atingirem o recobrimento rápido da área (RODRIGUES *et al.*, 2009). Técnicas de regeneração natural da vegetação e de conservação do solo têm mostrado efeitos em potencial na cobertura do solo e controle de processos erosivos, respectivamente, em especial em áreas acidentadas e declivosas, onde os C_{oport} são menores. De todo modo, é desejável que se tenha disponível toda a gama possível de medidas na análise individual de cada propriedade para o desenho das melhores condições de se resgatar o fornecimento dos SAs almejados, ao menor custo (LATAWIEC *et al.*, 2015).

Programas envolvendo a restauração ambiental podem ser co-financiadas por diversas fontes, públicas ou privadas, ainda que prioritariamente custeadas por um único pagador, neste caso, a Fundação RENOVA. Outras fontes de recurso devem ser buscadas para potencializar a abrangência do Programa e instalar na região um senso de participação e de responsabilidade para além das obrigações compensatórias. Tal questão colaboraria, inclusive, para melhor distribuição dos benefícios gerados, como parte das políticas já implementadas, ampliando os efeitos do Programa.

Como as atividades relacionadas à restauração estão intrinsecamente incorporadas a um quadro econômico local, muitos projetos experimentam C_{rest} finais superando o previsto, dada a necessidade de adaptá-los às circunstâncias reais. No caso do Doce, tal previsão é bem possível, tendo em vista a tendência de se eleger áreas dispersas pelas sub bacias prioritárias e nos dois estados envolvidos, onde os custos finais provavelmente serão distintos em cada uma delas, o que requer atenção. No Quadro 7, seguem os pontos relativos aos C_{rest} , aplicáveis ao caso da bacia do Rio Doce.

Quadro 7 - Aspectos relacionados aos Crest, aplicáveis ao PSA-Doce.

| Aspectos | Considerações sobre Crest |
|--|--|
| <i>Qualidade dos seus projetos</i> | Crucial para o sucesso do Programa. Podem ter um amplo alcance de objetivos e de medidas recomendadas, cabendo a definição prévia dos resultados esperados para escolha das soluções mais eficientes. |
| <i>Definição de metodologias de monitoramento</i> | Com o enfoque nos SAs prioritários, devem ser, desde o começo, bem definidos para que o PSA não se perca como um instrumento-fim e não meio, na avaliação da condicionalidade para o pagamento. |
| <i>Aspectos econômicos</i> | Contemplados nos projetos de restauração florestal, desde sua concepção, sem focar apenas nas perspectivas florestais ou ecológicas. Eventuais aversões entre as abordagens devem ser vencidas, com o envolvimento de profissionais e de instituições que colaborem para uma interseção multidisciplinar, crucial para a eficiência do Programa. |
| <i>Responsabilidades pela restauração das áreas</i> | Precisam ser detalhadas para a estimativa dos custos e das contrapartidas, a fim de deixar claro à parte financiadora e ao provedor signatário, e para correto dimensionamento do projeto. |
| <i>Participação social e construção de parcerias</i> | Essenciais à construção e aceitação dos projetos de restauração pela comunidade, bem como percepção dos benefícios privados e coletivos a serem atingidos. |
| <i>Previsão dos níveis de incertezas e de riscos</i> | Todas as fases do Programa envolvem certo nível de incertezas e de riscos, sendo sugerida a previsão de fundos ou mecanismos de segurança (“ <i>restoration insurance</i> ”) nos seus custos para cobrir eventuais problemas na sua execução (estiagens, ataque por pragas agrícolas etc). |
| <i>Indicadores de efetividade e de recuperação</i> | Desde a sua concepção, associado aos C_{rest} e de manutenção da área, devem ser definidos, conforme a modalidade de recuperação (com previsão dos custos de monitoramento), de forma a deixar claro o limiar mínimo necessário para se considerar a área como restaurada, tanto sob o ponto de vista de cobertura florestal como de produção de SA's. |
| <i>Disponibilização dos recursos</i> | Por se tratar de medida compensatória, o recurso necessário para a restauração das áreas alvo do Programa deve ser garantido, com o uso do mecanismo do PSA para controle da condicionalidade e a previsão de reposição ou manutenção das áreas, para zelar não só pela restauração dos 40 mil ha ao final dos 10 anos como pela produção dos serviços. |
| <i>Suporte legal ou normativo</i> | A proposição de ajustes normativos em níveis estaduais ou municipais pode ser necessária, cabendo uma avaliação do arcabouço legal vigente a fim de melhor operacionalizar o Programa ou mesmo criar outros incentivos para sua ampliação. |

Fonte: elaborado pela autora a partir de Latawiec *et al.* (2015); Holl (2017) Holl e Howard, 2000.

Cabe inserir elementos regionais nas estimativas dos C_{rest} , construídos com o envolvimento das comunidades (*bottom-up*), prevendo abordagens que sejam práticas em grandes escalas, como a história passada de uso do solo e outras condições locais. Por fim, resultados de projetos realizados em escalas menores ou em um único lugar não podem ser totalmente generalizados para orientar um Programa com esta escala de milhares de hectares.

4.2.2 Custos de oportunidade – C_{oport}

Como representado na Figura 2, o custo de oportunidade deve ser igual ou maior ao valor que seria recebido pelo uso alternativo, mais o benefício direto da conservação. Deve ser ainda menor que o valor dos benefícios fornecidos ou restaurados, ou dos custos impostos a população à jusante.

Por isso, seu cálculo está intimamente vinculado a usuários dos serviços com disposição a pagar (*willingness to pay*) e a provedores dispostos a receber (3º e 4º critérios de Wunder, 2015), que precisam ser identificados. Neste caso, os provedores dos SA são os proprietários rurais de terras pela bacia, mas uma caracterização mais minuciosa do seu perfil deve ser realizada nas áreas prioritárias, antes de se definir o valor do PSA, adaptados às peculiaridades locais. Essa caracterização é essencial para o planejamento e o recrutamento, onde os aspectos para sensibilização e convencimento dos proprietários perpassam questões sociais (perfil das propriedades, participação familiar e social, renda, escolaridade etc.) e econômicas (cadeia produtiva, interface com as áreas urbanas, infraestrutura instalada etc).

Quanto ao ‘pagador’ ou ‘beneficiário’, embora bem definido, foge do escopo usual associado a um usuário de SA ou ao governo a representar o interesse da coletividade. Os recursos a serem empregados são de cunho compensatório que, em certa medida, poderiam ser recolhidos pelo poder público para execução direta. No entanto, o Acordo firmado entre os comprometentes tem como uma das premissas a construção de processos ágeis de reparação e de compensação, preferíveis do que outras soluções judiciais ou administrativas (BURLINGTON, 1999). Por se tratar de um arranjo institucional inovador, de fomento a restauração e recuperação de áreas degradadas, resta acompanhar o processo, proceder *pari passu* os eventuais ajustes necessários, monitorar e zelar para que esta solução acordada se construa da forma mais eficiente possível, com foco na restauração e/ou conservação dos SAs na bacia do Rio Doce, a envolver um “poluidor-pagador” no papel de usuário/beneficiário dos SAs a serem produzidos.

No caso do Programa a ser implantado, especial atenção deve ser dada

ao método para o cálculo do C_{oport} e, conseqüentemente, dos valores do PSA. O programa Reflorestar⁵²/ES, o qual dá fundamentação ao Programa com o PSA-Doce, adota valores para o C_{oport} calculados com base no percentual de participação das principais culturas⁵³ na área produtiva total do estado do Espírito Santo e na sua rentabilidade R\$/ha/ano, resultando em uma média ponderada de R\$678,59 por ha (SILVA, *et al.*, 2008).

No entanto, existe uma percepção implícita na literatura de que o PSA deve cobrir todos os custos, incluindo, no mínimo, os de oportunidade de usos alternativos. Assim, entende-se que além dos C_{oport} , o PSA-Doce deva ser proporcional também aos C_{rest} e C_{trans} regionais ou locais, desde que menor que o valor dos benefícios fornecidos ou restaurados, considerados os tipos de uso, perfil social e econômico das propriedades e eventuais variações ao longo da bacia. Cabe, portanto, à Fundação RENOVA este exercício.

Além dos custos, deve-se levar em conta a lógica de que a ação coletiva e a inserção dos pagamentos dentro de um *mix* de políticas requerem obediência aos limites biofísicos e legais como ponto de partida e devem ser moldados por diferentes tipos de relações sociais. Vencidos outros critérios como a confiança, os proprietários de terras devem receber os benefícios do PSA-Doce = C_{oport} , mas também devendo ser convencidos, por negociação, a aceitar que mudem o modelo de produção para alternativas mais sustentáveis e colaborem para a recuperação das áreas degradadas em sua propriedade (MURADIAN *et al.*, 2010).

Isto é especialmente necessário, uma vez que, em muitas das áreas a serem recuperadas na bacia, parte dos proprietários de terra deve se valer dos *benefícios indiretos* do Programa em promover o cadastro da sua propriedade no CAR e a adequação ao regulamento ambiental⁵⁴. Com isso, vislumbra-se que:

⁵² Este valor recai quando do pagamento de 04 SAs: conservação e melhoria da qualidade e disponibilidade hídrica; conservação e incremento da biodiversidade; redução de processos erosivos e fixação, e sequestro de carbono, conforme definido pela Lei Estadual nº 8995/08. Na prática, adota-se a ponderação simples, se o enfoque for em apenas um dos SAs; no caso de recursos hídricos, 1/3 do valor.

⁵³ No ES, os principais usos são pecuária (62%), café (19%), eucalipto (7,5%) e cana-de-açúcar (2,5%).

⁵⁴ Conforme o que determina o Código Florestal (Lei nº 12.651/12) e demais normas vigentes.

Benefícios privados \cong Benefícios diretos + Benefícios indiretos

Sendo: Benefícios diretos = Custos de Restauração + PSA-Doce

Benefícios indiretos = Custos de Regularização + oportunidades de negócios + ATER...

Os benefícios diretos são aqueles entregues desde o início do Programa (por exemplo, medidas atreladas ao projeto de restauração florestal, assistência técnica, documentação legal) e posteriormente segue com os pagamentos que são tipicamente contingentes ao monitoramento, pagos anualmente ou semestralmente. Os indiretos são todos aqueles advindos das práticas adotadas, tanto com a recuperação dos SAs reabilitados quanto com a regularização ambiental da área, a conversão do uso etc.

Assim, os benefícios privados que podem ser percebidos pelos proprietários, provedores do(s) SA(s) almejado(s) pelo Programa extrapolariam o valor a ser designado para o PSA-Doce, sejam eles igual ou maiores ao C_{oport} , a começar pelos ganhos associados aos projetos a ser implementado em sua propriedade. Para tanto, cabe a construção de cenários na fase de divulgação do Programa antes da adesão voluntária, cumprindo o papel de comunicação transparente, a contar com outros instrumentos de envolvimento social, atrelados a políticas já vigentes na região de assistência técnica rural, cooperativismo, programas de financiamento e linhas de crédito, por exemplo.

4.2.3 Custos de transação - C_{trans}

Tão significativos quanto os de restauração são os **custos de transação**, que mesmo relevantes na composição dos custos totais, não estão normalmente incluídos em avaliações empíricas de alternativas, o que ajudaria a aumentar a sua eficiência e sustentabilidade. Engel *et al.* (2008) chamam a atenção quanto a sua relevância, já que na medida em que "o número de compradores/provedores de SAs aumenta, os custos de transação e os incentivos para o 'efeito carona' (*free-riders*⁵⁵) também aumentam".

⁵⁵ Perman e autores (2003) definem o problema do *free-rider* como um efeito esperado no consumo de bens públicos (não-rival e não-excludente). Dado que todos consomem quantidades iguais de um bem público e que a exclusão do consumo por falta de pagamento é impossível, os indivíduos tendem a um comportamento de "carona" em relação à provisão de bens públicos, revelando uma indisposição a pagar por bem ou serviço que pode ser provido por outros ou lhe é fornecido "de graça".

Entre os C_{trans} mais prováveis de ocorrer em programas como o em estudo estão investigação, coleta e análise de informação associada; negociações locais por *lobbying* ou por pressões sociais; concepção e implementação da política e eventuais atrasos decorrentes; suporte e administração da política em curso; custos de contratação, de informação, de negociação e de decisão; e os custos de resolução de conflitos.

Percebe-se o quão complexo é estimar os C_{trans} e como podem intervir na realização de determinada política ou programa. Para melhor avaliá-los, é necessário identificar o seu ciclo de vida, nas principais fases: linha base (avaliação *ex-ante*, COM e SEM o projeto), desenvolvimento, início da implementação (definição de regras, participação pública, ajustes de curto prazo etc, que resultam em custos adicionais ao projeto), implementação efetiva (onde há uma curva de aprendizado) e estabelecimento dos projetos (instrumento bem estabelecido, totalmente implementado como parte da rotina da população).

Especificamente, no caso de construção de um esquema de PSA, os C_{trans} são significativos e afetam a aplicabilidade do teorema de Coase, por não cumprir os critérios que definem os mercados (p.e., alta comoditização e condicionalidade, voluntariedade), devido às complexidades inerentes aos sistemas sociais e ecológicos. Por isso, Pagiola (2005) defende que a implementação efetiva de programas de PSA em bacias hidrográficas superiores, como é o caso do PSA-Doce, requer, muitas vezes, fortalecimento ou criação de instituições e negociação de acordos aceitáveis para redução dos altos C_{trans} por lidar com muitos proprietários dispersos.

Mais importante do que tentar prever e quantificar todo e qualquer C_{trans} é conhecê-los e proporcionar ao Programa mecanismos para se adequar a eles. No caso do PSA-Doce, C_{trans} podem ser reduzidos ou mesmo evitados a partir do bom desenho e planejamento do Programa, com base na instituição de parcerias e fóruns para que se estabeleçam relacionamentos na construção de um capital social, já que boa parte deles está associada a definição de critérios, articulação interinstitucional e mobilização social, sendo imprescindível sua estimativa em projetos como este, complexos e em tão diferentes contextos.

A previsão de consultas públicas para a definição de áreas prioritárias e a criação das UGP's, com núcleos fixo e variáveis, são medidas que permitirão dar capilaridade ao Programa, capaz de estruturá-lo com certo nível de governança. Permite vinculá-lo a uma rede de contatos e de informação já existente, fundamentada em quesitos de confiabilidade, participação e aprendizado. Prevê-se especial relevância no papel de fóruns como os comitês de bacia, agências estaduais e associações de produtores, além das instituições governamentais já atuantes na região, que devem estar envolvidas na implementação do Programa, de alguma forma.

No planejamento do Programa, certo esforço já vem sido despendido, ainda que intuitivamente, pelas instituições envolvidas nas discussões para construção do PSA-Doce. A partir de conhecimento acumulado e disponibilizado pelos órgãos coordenadores dos projetos-modelo sugeridos, pelos órgãos ambientais estaduais e pelo CBH-Doce, foi possível desenhar um modelo ajustado à realidade da bacia.

No entanto, mesmo com os relatórios de andamento mensais da Fundação RENOVA, os esforços não foram detalhados em nível de C_{trans} , que ainda não foram contabilizados ou mesmo percebidos, mas já vem sendo incorridos desde após o desastre. Até o momento, os C_{trans} têm sido absorvidos pelas instituições envolvidas, que mesmo sem a previsão de orçamento e recursos para tal, assumiram esse ônus adequando seus recursos disponíveis, via participação na CTFLOR ou no CIF, que definiram suas diretrizes com base nas recomendações técnicas das instituições membro. Essa 'conta' será revelada, ainda que *ex-post*, em momentos de avaliação ou auditoria do Programa, mas poderia ser antecipada na busca eficiente dos seus resultados.

É importante ressaltar o papel da CTFLOR e do CIF nesse processo que, por meio de encontros e discussões interinstitucionais, podem ser exploradas com maior eficiência, participação e objetividade. Grupos de trabalho e o envolvimento de instituições de pesquisa, por exemplo, com o uso de ferramentas tecnológicas de discussão (videoconferências, fóruns de discussão, ferramentas *web* etc) devem ser mais exploradas, a fim de otimizar os esforços na construção de diretrizes e no seu acompanhamento.

Assim, a partir do discutido por Tacconi (2012), Engel, Pagiola e Wunder. (2008; 2016), as recomendações aos C_{trans} do PSA-Doce constam no Quadro 8.

Quadro 8 - Aspectos relacionados aos C_{trans} , aplicáveis ao PSA-Doce.

| Aspectos | Considerações sobre C_{trans} |
|--|--|
| <i>C_{trans} no PSA</i> | O valor do PSA não envolve apenas o custo de oportunidade, mas também os principais C_{trans} envolvidos na mudança de atividades e na adesão ao Programa. Ainda que o PSA-Doce seja fundamentado nos C_{oport} , recomenda-se seu cálculo considerando os de transação, que também influenciam na configuração de preços, por envolver intermediários que frequentemente afetam o preço final dos serviços |
| <i>Adesão de pequenos produtores</i> | As atividades devem ser projetadas para manter os C_{trans} tão baixos quanto possível, o que também reduzirá os empecilhos à participação de pequenos produtores ou mais pobres. |
| <i>Efeitos de intermediários</i> | Os C_{trans} para pagadores e intermediários podem ser altos, cabendo à Fundação RENOVA dar agilidade à estruturação dos mecanismos de cooperação e de participação a fim de mitigá-los, reduzindo os níveis de intermediação junto aos produtores |
| <i>Relação com quantidade de projetos e complexidade</i> | Os C_{trans} são diretamente proporcionais: ao número de provedores, por conseguinte, ao tamanho das propriedades; e à complexidade dos projetos, tanto do lado do financiador e da unidade de gestão dos projetos, quanto do lado dos provedores de SA. Por isso, precisam ser ponderados durante a negociação antes de propor alternativas mais sofisticadas. |
| <i>Relação com o monitoramento e riscos</i> | Quanto mais vinculado à provisão de um dado SA, mais eficiente será o PSA-Doce, o que requer monitoramento a C_{trans} razoáveis e envolve o uso de metodologias claras, simples e bem definidas. Isto afeta ainda a provisão de riscos associados ao uso da terra, por parte do provedor. Cria uma percepção de responsabilidade, reduzindo as ameaças às <i>proxies</i> de uso da terra que possam afetar os fluxos de SA, a necessidade de manutenção da área e, portanto, os custos de monitoramento associados. |
| <i>Flexibilidade nas condicionalidades</i> | O pagamento deve ser condicionado à provisão do SA, mas uma "condicionalidade rigorosa" pode causar aumento substancial nos C_{trans} tendo em vista a escala do Programa, afastando também as motivações intrínsecas para se fazer o que é certo. Métodos já adotados por programas como o PdA, com maior enfoque na atividade (restauração florestal e conservação do solo) do que nos serviços, podem ser adequados em grandes escalas, como é o caso, ao identificar soluções práticas com base em serviços como controle de erosão e melhoria da qualidade da água. |

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.4 Custos de Administração, de Conformidade e de Monitoramento

Um fator que orienta a verificação de conformidade na fase de monitoramento e acompanhamento do programa é a pré-definição das garantias de provisão do SA, ou das regras acordadas (5ª critério de Wunder, 2015).

De todos, considera-se este o critério mais bem trabalhado, até o momento, para a construção do PSA-Doce, o que facilitará o dimensionamento

da fase de monitoramento do Programa. Uma ampla discussão sobre diretrizes e premissas para o PSA-Doce foi promovida na CTFLOR, a qual reúne representantes de órgãos ambientais federais, estaduais, prefeituras, do CBH-Doce e de pesquisadores colaboradores. Destaque é dado às proposições feitas pela ANA e pelo IEMA/ES, responsáveis pelos programas PdA e Reflorestar, respectivamente (TTAC, 2016), além das emitidas pelo IEF/MG.

Os incentivos devem ser fornecidos aos que contribuem para o fornecimento dos SA, sujeito a condicionalidade e fatores de adicionalidade. Nas proposições da ANA, o método de cálculo do PSA é fundamentado em critérios como o Percentual de Abatimento de Erosão (PAE) e no C_{oport} de acordo com o uso do solo (Valor de Referência) (ANA, 2012). Da experiência do Reflorestar (SEAMA, 2017), destaca-se o fluxo de procedimentos bem definidos e a construção do sistema Reflorestar, plataforma construída com *softwares* livres e com potencial de ser adaptado ao Programa em questão. Mesmo aprovadas as premissas, diretrizes e critérios mínimos para embasarem o edital de lançamento do Programa com PSA na bacia do Rio Doce, e absorvidas boa parte desses modelos (BRASIL, 2017), há, no entanto, de adequá-los às peculiaridades regionais, quando da escolha dos municípios ou sub bacias, se necessário.

Entende-se ainda cabível o refinamento do método para aferição da condicionalidade do PSA-Doce, que tem por base *proxies* de manejo ou de conversão de uso da terra como principais indicadores de desempenho e conformidade mensurável, em vez de uma medida mais complexa dos serviços realmente entregues, que nem sempre podem ser "bem definidos". O método a ser adotado deve ser capaz de traduzir o *input* do SA ao bem-estar e sua escolha interfere na estimativa dos custos. Se a conversão do uso do solo é uma medida a ser aferida para cumprimento das condicionalidades do Programa, ferramentas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto podem ser usadas, o que, em grandes escalas, reduz substancialmente os C_{monit} , que consiste no acompanhamento do resultado ambiental ou do nível de conformidade.

4.3 Eficiência e Equidade

4.3.1 Eficiência

O alcance da eficiência requer uma combinação entre o ótimo econômico⁵⁶ com a sustentabilidade, o que deve ser buscada sempre pelo agente público (COASE, 1960). No entanto, quando as ações não são perfeitamente projetadas, as escolhas são afetadas por falhas de mercado e de governo, cujo resultado provavelmente não tem a eficiência como objetivo.

Conforme já discutido, percebe-se muito limitada a aplicabilidade do teorema de Coase ao PSA-Doce, identificando ser pouco provável que esse esquema conduza a resultados plenamente eficientes. Entre os motivos estão o fato de ter sido iniciado pelo Estado (ou ao menos contar com ele como intermediário), por envolver bens públicos e ainda pelos C_{trans} consideráveis. Assim, mesmo que as transações sejam voluntárias (*supply side*, ao menos), o PSA-Doce não pode ser considerado um acordo verdadeiramente coaseano, tornando a eficiência um desafio ainda maior.

Ainda assim, a busca por máxima eficiência deve ser uma premissa básica. A eficácia e a eficiência permeiam todos os critérios e aspectos do PSA, e dependem crucialmente da concepção do Programa e da sua capacidade de adesão. Portanto, cabe se perguntar: o programa assegura que os SAs "pagos" reflitam em melhorias ao cenário atual? Existem mecanismos destinados a garantir benefícios para além da duração do Programa? São fornecidos mecanismos para evitar que pressões ao ambiente ou comportamentos indesejáveis sejam transferidos para outras áreas/locais? São questões importantes que devem ser constantemente lembradas e que ajudam a medir se o Programa em construção será capaz de cumprir os seus objetivos.

O tipo e o valor dos pagamentos fornecidos pelo PSA-Doce poderão afetar a probabilidade de problemas de eficiência surgirem. Portanto, é importante aplicar

⁵⁶ O Primeiro Teorema Fundamental da Economia do Bem-Estar resume as vantagens de mercados competitivos. Diz que um equilíbrio é sempre Pareto eficiente se (i) existir um conjunto completo de mercados com direitos de propriedade bem definidos, para que os compradores e vendedores possam trocar livremente ativos por todas as possíveis transações e contingências; (ii) os consumidores e produtores se comportam de forma competitiva maximizando benefícios e minimizando custos; (iii) os preços de mercado são conhecidos pelos consumidores e pelas empresas; e (iv) os custos de transação são zero, não consomem recursos. Então a alocação é Pareto eficiente, isto é, todos os ganhos do comércio foram esgotados (HANLEY; SHROGREN; WHITE, 2013)

com atenção as premissas e o contexto para a definição das regras a serem adotadas no Programa, com base no recomendado pela CTFLOR (IBAMA, 2017). Isto ajuda a prevenir o surgimento dos problemas de ineficiência usuais.

Registra-se um importante foco de ineficiência associado ao não aproveitamento ou perda de oportunidades. Um Programa de tão amplo alcance, com tamanho apelo e permeabilidade social, ambiental e econômica, pode ter seus resultados potencializados ao ser associado a outros vigentes ou concebidos que, por falhas inerentes às políticas públicas, não tiveram a oportunidade de serem amplamente instituídos. Existem possibilidades de se agregar valores ao Programa identificando-se essas oportunidades onde os benefícios gerados sejam mutuamente ampliados, sem que ele assuma todas as medidas, ações ou mesmo custos para sua implementação, aproveitando-se delas. Isso posto, dos muitos aspectos que podem afetar a eficiência do PSA-Doce, destacam-se:

Quadro 9 - Aspectos relacionados à Eficiência, aplicáveis ao PSA-Doce.

| Aspectos | Considerações sobre Eficiência |
|---|---|
| <i>Benefícios maiores que os Custos</i> | A ineficiência social decorre da incapacidade de se adotar práticas cujos benefícios excedam seus custos totais. Se os custos do Programa se restringirem a estimativas dos C_{rest} e ao valor do PSA-Doce (C_{oport}), o bem-estar social pode ser reduzido frente ao que poderia ter sido. Por isso, o cálculo do PSA-Doce com a contabilização dos SAs devidos, o mais próximo possível do seu real valor, incluídos os principais C_{trans} , torna-se importante a fim de se evitar ineficiências. |
| <i>Valor do PSA-Doce e o C_{oport}</i> | Programas com PSA tendem a oferecer pagamento relativamente baixo, indiferenciado e não direcionado, o que tende a atrair participantes cujo C_{oport} é baixo ou negativo. Neste caso, é muito provável que se experimente o problema da não-adesão, no qual as práticas desejáveis de uso da terra não são adotadas porque os benefícios oferecidos são insuficientes. O Programa torna-se incapaz de induzir usos do solo socialmente eficientes numa escala significativa. Cabe avaliar se o PSA-Doce $\geq C_{oport}$, sendo desejável que se considere peculiaridades regionais, principais usos e os SAs alvo do Programa, que podem variar entre as sub bacias envolvidas. |
| <i>Falta de adicionalidade ("dinheiro para nada")</i> | Seria pagar por atividades que teriam sido conduzidas de qualquer maneira. Trata-se de ineficiência financeira: produz-se menos SA por valor gasto do que se o Programa não ocorresse. O pagamento por "floresta em pé", modalidade prevista no PSA-Doce que serve como uma 'premiação' ao produtor que já conserva a vegetação nativa, pode se enquadrar nesse quesito de ineficiência. Recomenda-se que, na elaboração do PIP, sejam considerados apenas aqueles fragmentos passíveis de autorização para o desmatamento legal para o PSA. Os inseridos em APPs e RLs não oferecerão adicionalidade ao Programa, pois já devem ser mantidos conservados por força dos instrumentos legais e de comando e controle; é também ineficiente na medida em que os C_{trans} envolvidos seriam 'desperdiçados' |
| <i>Aproveitando-se das Oportunidades</i> | Relações institucionais e governamentais bem fundamentadas permitem que se agregue valor identificando-se oportunidades onde os benefícios gerados sejam mutuamente ampliados, sem que o Programa assuma obrigatoriamente todos os custos para sua implementação. |

Fonte: Elaborado pela autora.

O PSA-Doce prevê pagamento condicionado às conversões de uso estimuladas pelo Programa, seja pelo reflorestamento ou pela regeneração natural. Mas, os contratos podem ser mais eficientes se forem, ao menos parcialmente, condicionados à entrega do SA. Como discutido anteriormente, isso exige monitoramento a custos razoáveis e que seus provedores estejam dispostos a compartilhar os riscos que separam os *proxies* de uso da terra dos fluxos de SA.

Outro fator que pode afetar a eficiência do PSA-Doce é a escolha das melhores medidas previstas nos PIPs de cada propriedade. Como a eficiência se mede pela busca pelo maior benefício a menor custo, diferentes alternativas de manejo podem aumentar substancialmente os custos, a benefícios não diretamente proporcionais.

a) Equidade

O capital social é um dos mais críticos para o PSA exercendo um papel importante no Programa. O público alvo naturalmente é associado à priorização daqueles que mostram a proporção mais favorável em termos de adicionalidade ambiental, com a disposição de aceitar compensação por seu esforço. Por outro lado, é plausível pensar que os pobres podem apresentar o menor C_{oport} para seu esforço de proteção ambiental em termos absolutos, ainda que em termos relativos o custo para os mais pobres pode ser maior do que para os em melhores condições. Mas, maximizar a relação benefício/custo pode significar uma injustiça social, fazendo com que as camadas menos favorecidas da sociedade arquem com custos e recebam poucos benefícios (PERMAN *et al.*, 2003). Então, qual critério de justiça social deve ser aplicado?

Os objetivos de redução da pobreza podem ser atraentes, mas seria, em última instância, autodestrutivo ao PSA-Doce por desviá-lo do seu objetivo principal, a promoção dos SAs. No entanto, embora os esquemas de PSA não sejam concebidos como programas de redução da pobreza, podem contribuir ao combinar soluções de segmentação geográfica ou direcionamento ao implementá-los. Porém, a literatura mostra que essas abordagens provaram não serem tão eficazes quanto esperado, pois resultaram no "vazamento" de

participantes não pobres.

Decisões equânimes representam promover condições como justiça social, igualdade, favorecimento dos menos favorecidos. Ao basear-se no princípio do “provedor-recebedor”, o Programa torna-se atraente a prestadores de SA que são proprietários pobres com menor renda, cujo comportamento não é naturalmente alterado sem um incentivo e os riscos da não adesão (e de submissão aos instrumentos de C&C) apresentam um risco maior.

Vale salientar que o Programa com o PSA-Doce não será sustentável, a menos que os provedores do serviço estejam recebendo pelos serviços que estão fornecendo. Uma vez que a Fundação cessar de pagar, a população não seria atingida nem pelos objetivos de redução da pobreza nem de gerenciamento de recursos, que também afeta a adesão e permanência. Por isso, para o PSA-Doce, é preciso realizar uma precisa caracterização dos públicos em potencial, pois as percepções sociais sobre a relação entre o uso da terra, duração do programa e a prestação dos SAs podem ser fatores importantes para sua viabilidade, particularmente em condições de informação incompleta.

Quanto ao custo, os de elaboração dos projetos são em certa medida independentes do tamanho da fazenda, mas os de execução são relativamente muito maiores em fazendas menores, tendendo a desencorajá-las de participar. Assim, no PSA-Doce, o programa deve ser projetado para manter os custos, em especial C_{trans} , tão baixos quanto possível, não impedindo a participação dos mais pobres.

Independentemente de quão atraente é a perspectiva de redução da pobreza, subordinar o PSA-Doce a esse objetivo prejudicaria a sua base fundamental. O Programa não deve segmentar suas intervenções pelo critério da pobreza, pois este pode não coincidir com as áreas que geram os SAs desejados. Na área que gera serviços, deve-se sim projetar mecanismos de modo a permitir que os pobres participem e estejam entre os beneficiários, sendo desejável o apoio adicional com assistência técnica ou acesso a insumos e ao crédito, para que possam adotar as práticas desejadas de uso da terra.

4.4 Segmentação, Adicionalidade, Vazamento e Permanência

Além dos critérios e princípios básicos de um PSA, os casos empíricos registram outros aspectos como cruciais para seu sucesso. Entre eles, identificou-se a segmentação, a adicionalidade, o “vazamento” (*leakage*) e a permanência como relevantes ao PSA-Doce.

Na prática, prever se esses aspectos existem ou se prevenir a eles não é simples, uma vez que o monitoramento é muitas vezes oneroso. Ainda assim, para que o Programa seja executado com sucesso, conhecer os principais problemas e definir estratégias para evitá-los podem reduzir seus efeitos ou ajudar a promovê-los, se desejável, por isso devem integrar o PSA-Doce.

4.4.1 Segmentação

A segmentação (ou direcionamento) ocorre quando a área ou o número de pedidos de participação no programa de PSA excede ao financiamento disponível. Os ‘compradores’ podem usar a segmentação para selecionar áreas ou candidatos e maximizar a eficiência financeira do programa. Abordagens de segmentação podem ser baseadas nos benefícios, nos custos ou em ambos.

A segmentação *por benefícios* do PSA baseia-se em SAs fornecidos em determinado local, que também poderia focar nas ameaças e, portanto, no desejo de que os benefícios gerados sejam melhorados. A segmentação *pelos custos* está relacionada ao pagamento direcionado aos proprietários com baixos custos de provisão de SA. Assim, os pagamentos flexíveis iguais (ou acima) aos custos individuais da prestação de SA permitiriam incluir áreas mais amplas num programa de PSA para um determinado orçamento.

No caso do PSA-Doce, onde a área do programa representa 0,5% da bacia, a segmentação deve ser mista, por benefícios e por custos combinados. Ao se adotar quesitos como vulnerabilidade ambiental e localização dos mananciais alternativos para abastecimento na escolha das áreas prioritárias, define os benefícios que orientam a segmentação, cabendo refiná-los ao comparar com os C_{trans} associados e a estimativa específica da prestação de SA pelos C_{oport} a fatores como necessidades de dados adicionais e procedimentos administrativos. Avaliar se um critério específico de segmentação vale a pena também depende da variação espacial entre as áreas candidatas.

A segmentação geográfica pode ser mais restritiva no caso dos serviços hídricos e, em menor grau, da conservação da biodiversidade. Não é nada restritivo no caso dos serviços de sequestro de carbono. A priorização em função dos serviços pode se correlacionar com a pobreza em muitos casos, se coincidir com a capacidade de fornecer serviços a baixo custo, o que pode não ocorrer.

4.4.2 Adicionalidade

A adicionalidade, assim como a condicionalidade, está entre as características mais importantes do PSA, a partir dos quais orbitam os demais critérios. Entende-se por adicionalidade os resultados do Programa para além do que teria ocorrido na sua ausência, sendo eminentemente um efeito esperado de esquemas com uso do PSA em comparação a outros instrumentos.

É de se esperar que o PSA-Doce funcione como recompensa pelas práticas de conservação florestal ou como incentivo para reflorestar. Mas, há de se avaliar se haveria mesmo adicionalidade ambiental associada, caso os indivíduos continuarem com suas práticas conservacionistas se o pagamento for interrompido, incorrendo no que se chama 'falta de adicionalidade' (*payment for nothing*), bastante comum na prática.

A sua importância está na necessidade de fundamentar o PSA em um sistema transparente para que a prestação adicional de SAs seja percebida e sirva de motivação por meio de pagamentos condicionado a provedores voluntários. Tacconi (2012) relaciona a adicionalidade ambiental à transparência como um novo critério aos de Wunder (2005), mantendo todos os outros intactos.

Por isso, a partir do defendido por Tacconi (2012), pode-se extrair como relevante à adicionalidade do PSA-Doce o que consta no Quadro 10.

Quadro 10 - Aspectos relacionados à Adicionalidade, aplicáveis ao PSA-Doce.

| Aspectos | Considerações sobre Adicionalidade |
|--|--|
| <i>Essencial aos benefícios</i> | A adicionalidade no PSA-Doce garantirá que os recursos investidos proporcionem benefícios ambientais. Sem a adicionalidade, não haveria razão de se financiar o esquema, a menos que o objetivo fosse diferente do ambiental |
| <i>Adicionalidade do Programa e não dos projetos</i> | Deve ser considerada no nível agregado para todo o Programa e não individualmente, por provedor do SA. Por isso, a importância do monitoramento em nível regional, pois a adicionalidade está intimamente vinculada a eficiência do Programa. |
| <i>Cuidados com efeitos indesejados</i> | Pode-se se valer da modalidade de pagamentos pela 'florestal em pé' para incluir provedores de SA individuais que o forneceriam mesmo sem pagamento para evitar vazamentos' (uma 'adicionalidade negativa'). |
| <i>Relação com SAs ou proxies</i> | Embora possa ser difícil avaliá-la com precisão, em especial se o PSA-Doce fundamentar-se mais nas atividades do que nos serviços, deve ser considerada no Programa como condição com o intuito de se minimizar a probabilidade de desperdício dos recursos escassos de conservação. |

Fonte: Elaborado pela autora.

Um benefício indireto que pode ser oferecido como adicionalidade é a inclusão de áreas produtivas ao Programa, para além da restauração florestal planejada. A conversão de áreas produtivas degradadas em alternativas mais sustentáveis, como práticas agrosilvopastoris, com plantio direto e conservação do solo, ou ainda a agricultura orgânica, pode promover a restauração dos SAs almejados e, ao mesmo tempo, manter ou ampliar os benefícios individuais com atividades lucrativas, sem necessariamente incorrer em custos diretos.

A bacia do Rio Doce possui antigo histórico de exploração que não recebeu os incentivos devidos para melhoria dos sistemas produtivos, por sua vez, ainda fundamentados em práticas arcaicas e degradantes, como a pecuária extensiva. Entidades parceiras já atuantes, mas que por muitas vezes tem o espectro de atuação limitado por falta das condições necessárias, podem contribuir para a articulação local, a ser incrementada com sua *expertise*. São *inputs* que, mesmo não diretamente relacionados ao PSA, potencializam e perpetuam seus resultados, mesmo com o final do Programa após os 10 anos.

Assim como os custos, a adicionalidade é um dos critérios motivacionais à adesão na construção de cenários. A título de sugestão, segue no Quadro 11 proposta com os principais pontos de atenção na construção desses cenários.

Quadro 11: Proposta para elaboração de cenários a ilustrar as adicionalidades no PSA-Doce.

| | SEM PSA | COM PSA |
|---|--|--|
| Projeto de Restauração Florestal | Sujeito ao C&C (obediência ao CF) Custo de restauração: do produtor Custos associados ao uso convencional (insumos, manejo do solo) | Custos de restauração: do Programa Apoio Técnico e de negócios Manutenção das áreas recuperadas (contrapartidas) |
| Adicionalidades | Custos de manutenção crescentes, com produção decrescente. Custos com melhorias: do produtor | Possibilidade de conversão para novos usos (SAF, agrosilvopastoris) Oportunidades de negócios Redução custos de produção (aumento benefícios privados e coletivos) Custos com melhorias: do Programa |

Fonte: elaborado pela autora a partir de Latawiec *et al.* (2015), Tacconi (2012) e Wunder (2016)

4.4.3 Vazamento

Fuga ou ‘vazamento’ refere-se ao deslocamento inadvertido de atividades que prejudicam a prestação de SAs para áreas naturais fora da zona geográfica de intervenção do PSA (WUNDER, 2005; ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Quando ocorre, os benefícios obtidos do PSA podem estar superestimados.

Pode ocorrer diretamente, por exemplo, se os proprietários de terra mudarem as atividades danosas para outras áreas florestais. De forma mais indireta, seria através de mecanismos de mercado se a conservação florestal elevar os preços de produtos florestais ou de culturas agrícolas, incentivando assim a conversão agrícola ou extrativista em outras áreas florestais.

Por se encontrar em área de Mata Atlântica, existe uma certa limitação ao ‘vazamento’ no PSA-Doce, pelo rigor da lei de proteção do bioma. Mas, ainda, é possível uma pressão aos remanescentes florestais pelo deslocamento de atividades que incorram no desmatamento legal, o que deve ser acompanhado.

4.4.4 Permanência

Refere-se à capacidade do Programa de fornecer melhorias a longo prazo pela prestação dos SAs, inclusive para além do período dos pagamentos propriamente ditos, já que, *a priori*, o horizonte de pagamento é finito. A permanência pode ser dificultada pelas mudanças nas condições externas (aumento do C_{oport} das práticas que competem com a conservação da floresta)

ou pelo financiamento em prazo definido para o PSA-Doce (duração limitada).

Uma das atrações do PSA é precisamente que ele seja capaz de se adaptar às mudanças de contexto: com a participação voluntária, todos têm a opção de ir embora, caso mudem as condições. O que pode parecer como epítome da impermanência, é de fato o meio pelo qual ela é assegurada, dando às partes a capacidade de renegociar os contratos para atender às novas condições, enquanto for socialmente eficiente. Por isso que os contratos de adesão ao PSA-Doce devem ser atualizados na sua renovação periódica.

É importante salientar que a lógica do PSA-Doce de compensar os provedores pelas externalidades positivas que geram significa que não pode haver qualquer expectativa de permanência na ausência de pagamentos. A falta de financiamento de longo prazo pode ser um problema ao Programa, no qual o financiamento está sujeito a duração do TTAC e cumprimento das obrigações lá previstas, sujeito ainda a intervenções de outros projetos ou ciclos políticos. Isso torna a permanência dos benefícios do PSA-Doce dependente do fluxo contínuo de financiamento, o que exige uma solução a ser pensada e construída.

Outra questão que afeta a permanência é o valor definido ao PSA-Doce, e as condições para seu reajuste. Se a magnitude do incentivo econômico for menor do que os C_{oport} em retornar às atividades anteriores, assumimos que os proprietários de terras não teriam mais motivação a manter as áreas reflorestadas fora de APP e RL quando a transferência não for mais oferecida.

Por fim, recomenda-se que o Programa evolua para um modelo 'financiado pelo usuário', talvez por meio da cobrança pelo uso da água⁵⁷ nas sub bacias onde se identifica maior consumo, como as dos rios Pancas e Santa Joana, no Espírito Santo, pois enquanto houver SA sendo entregue, haverá a disposição a pagar, justificando a manutenção do incentivo. Tendo em vista que a demanda (e a pressão) por recursos hídricos é crescente e que o fornecimento do SA no longo prazo é essencial para a plena recuperação do Rio Doce, o envolvimento de consumidores de água (companhias de abastecimento,

⁵⁷ Vislumbra-se como solução mais adequada, pois este é exatamente o principal objetivo da cobrança: disciplinar o uso de água na bacia (VIANI; BRACALE, 2010).

indústrias, projetos de irrigação, UHE's etc) deve ser pensado desde o início do PSA-Doce, já com o intuito de se 'passar o bastão', como uma alternativa para o fim das obrigações compensatórias.

4.5 Principais Resultados

Embora não esteja claro se todas as medidas e os recursos previstos no Acordo a serem despendidos pela empresa responsável foram devidamente dimensionadas, em proporção aos danos causados e aos custos da restauração ambiental, o TTAC foi construído com base nas pré-avaliações de impactos elaboradas pelos órgãos ambientais e serviu para disciplinar as orientações das instituições envolvidas para a restauração dos recursos até sua linha de base (condição anterior ao evento). Além, disso, com a participação de órgãos federais, estaduais e municipais, e de representantes de organizações atuantes junto à sociedade, como é o caso do CBH-Doce, os fóruns de discussão contribuem para a construção colaborativa e concomitante dos programas, o que permite revisões e adequações durante a sua execução, por isso, por vezes, os custos não foram taxativamente definidos, especialmente os de cunho reparatório.

Como uma das medidas compensatórias pelos danos ambientais causados pela lama de rejeitos, o Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce controle de processos erosivos mostra ser uma alternativa viável a compensar pela perda dos recursos naturais e/ou SEs irreparáveis ou pendentes de recuperação. Em um contexto regional, para fins de melhoria da qualidade da água e da biota no exutório dos afluentes do Rio Doce, identifica-se ser coerente a restauração das funções ecossistêmicas à montante, em toda a bacia, a qual se encontra em situação de vulnerabilidade e de degradação ambiental. Nesse sentido, o Programa revela-se como uma oportunidade ímpar de aplicação de um instrumento econômico na recuperação de serviços ambientais e na promoção do uso sustentável dos recursos naturais no ambiente rural da bacia, para além da simples execução de uma obrigação compensatória.

Em verdade, é aqui desejável um modelo híbrido, de uso do PSA associado a outros instrumentos de comando e controle (C&C) e ao monitoramento, como forma de garantir a condicionalidade do pagamento mediante manutenção das áreas recuperadas e provisão dos serviços. Os instrumentos de C&C e de mercado (impostos e subsídios), fundamentados no princípio “poluidor-pagador”, não cabem como forma de incentivo para o que se propõe neste Programa isoladamente, mas podem vir a agregar eficiência ao auxiliá-lo na perpetuidade do fornecimento dos SAs nas áreas recuperadas, especialmente aqueles provenientes de áreas protegidas (APPs e RLs), zelando pela regularização ambiental proporcionada. Nesse sentido, o envolvimento de instituições estaduais e municipais de proteção ambiental, de assistência rural e de planejamento são cruciais na construção, execução e acompanhamento do Programa.

O PSA-Doce prevê transferências diretas aos proprietários para compensar o bom gerenciamento de suas terras, além da execução dos projetos de recuperação ambiental. Como um dos instrumentos de incentivo mais populares utilizados em todo o mundo, o PSA-Doce mostra-se adequado para uso no Programa, pois se propõe a alcançar dois dos objetivos usuais, relevantes a esquemas com uso do PSA: o *incentivo a práticas* que envolvem a recuperação do solo e a revegetação florestal que, *a priori*, não são lucrativas para os gestores dos recursos, mas geram externalidades positivas que devem ser compensadas pelo benefício social gerado; e a *conversão de práticas* que envolvem o uso exploratório dos recursos naturais e que, apesar de lucrativo para os proprietários, geram externalidades negativas à coletividade. Assim estará internalizando as externalidades e aproximando-se a uma situação de eficiência.

Entre os pontos fortes deste Programa e do PSA-Doce, o principal se associa à existência da estrutura do CIF e da CTFLOR, fórum técnico que tem por criação a competência de orientar, acompanhar, monitorar e fiscalizar o Programa. Ao contar em sua composição com representantes de instituições federais, estaduais e municipais, além de colaboradores pesquisadores que atuam na região, representa espaço adequado para a discussão de soluções a serem construídas pelos envolvidos e voltadas à realidade da bacia. Com a

participação de diversas instituições públicas, permite ainda que se promova a interface do Programa com outras políticas locais, como é o caso do PdA (federal), Bolsa Verde (MG) e o Reflorestar (ES), o que por si só otimiza os esforços na redução de custos de transação que se incorreria com a adequação do Programa a essas experiências. As discussões técnicas resultam nas proposições de diretrizes ao CIF, o qual, por sua vez, manifesta-se a respeito por meio de suas deliberações, às quais a Fundação deve cumprir. Portanto, o papel da CTFLOR é essencial para o desenho, execução e monitoramento do Programa, devendo ser garantida sua continuidade pelas respectivas instituições ali representadas, e ampliada a participação de organizações sociais locais e outros órgãos interessados, como os de assistência rural nos estados.

Outro ponto forte do PSA-Doce está em incluir no desenho do Programa a previsão do financiamento, elaboração e execução dos projetos de recuperação nas propriedades. Tendo em vista as limitações dos proprietários provedores em recuperar os SAs por motivos intrínsecos, o custeio e o suporte técnico em se promover a recuperação ambiental são forte incentivo para além do valor do próprio PSA-Doce. Tal aspecto, em conjunto com as garantias de pagamento do PSA-Doce e de apoio na manutenção das áreas, é um quesito importante que afeta a adesão voluntária ao Programa. Por isso, a construção de cenários (com e sem o PSA-Doce), a ampla divulgação sobre requisitos e os benefícios diretos e indiretos associados ao Programa devem ser questões fundamentais na fase de mobilização e recrutamento.

A execução dos projetos é um ponto forte, mas ao mesmo tempo se revela como primeiro 'gargalo' a ser enfrentado na construção do Programa. O Acordo define premissas, entre elas a de recuperação florestal de 40 mil ha em 10 anos, sendo 10 mil de restauração florestal e 30 mil de regeneração natural, seguindo como modelos o PdA e o Reflorestar, ou seja, com uso do PSA. Para tanto, prevê o recurso mínimo de R\$ 1,1 bilhão de reais a ser destinado ao Programa que, para plena execução, ensejará em custos não só da restauração *per se*, mas ainda custos de transação, de monitoramento (ou de conformidade) e o próprio custo de oportunidade, basilar para a definição do valor do PSA-Doce. Assim, ainda que as diretrizes, premissas e critérios de priorização já tenham sido alvo

de atenção pela CTFLOR e pelo CIF e ainda que o valor designado não seja o 'teto', mas o 'piso' a ser destinado ao Programa, é preciso que o seu modelo operativo seja refinado em nível dos custos totais previstos, a fim de antever formas de otimizá-los e de se evitar surpresas ou atrasos na fase de implementação. Como exemplo, identificou-se que os custos de transação e de monitoramento, ainda não estimados, podem ser substanciais, afetando a eficiência do Programa. Mas podem ser reduzidos a depender do arranjo a ser construído na fase de mobilização e execução, com o envolvimento e apoio de instituições locais.

A busca por máxima eficiência deve ser uma premissa básica do Programa e está diretamente atrelada à sua concepção, ao valor a ser definido para o PSA-Doce e à sua aderência. Em termos de resultados, o PSA registra ganhos potenciais na eficiência de custos em comparação aos outros mecanismos de C&C, por ser um instrumento pensado para estimular a proteção, o manejo e o uso sustentável.

Mesmo assim, há de se monitorar os fatores que afetam (ou podem afetar) a eficiência do Programa. Um deles está no pagamento relativamente baixo, indiferenciado e não direcionado, ou ainda a relação entre os custos do Programa e os benefícios gerados. É preciso dar garantias ao provedor dos serviços e demonstrar que os SAs "pagos" refletirão em melhorias ao cenário atual, de degradação, em uma situação de "ganha-ganha"; benefícios diretos e indiretos aos proprietários da terra e externalidades positivas à sociedade. Que os recursos destinados ao Programa serão capazes de garantir benefícios para além da sua duração, associando-o a outros beneficiários e políticas já existentes, e que existirão mecanismos para se estimular a adicionalidade, evitando pressões ou comportamentos indesejáveis em outras áreas.

Nesse sentido, sugere-se promover periodicamente no monitoramento um teste de eficiência: verificar se o PSA-Doce enquanto incentivo está proporcionando os benefícios almejados (ótica dos beneficiários) e não está incorrendo em ineficiências (falta de adicionalidade e incentivos perversos; ótica dos provedores).

Além disso, deve-se ressaltar a importância da existência de fontes que

garantam o pagamento a longo prazo, enquanto for mantido o uso desejado da terra, para que os produtores tenham o incentivo permanente e continuado à conservação, para além das APPs e RLs. Durante os 10 anos previstos de duração do Programa, recomenda-se a construção de parcerias entre a Fundação RENOVA e outras entidades, preferencialmente beneficiárias dos SAS recuperados, como os UHEs, grandes usuários dos recursos hídricos e companhias de abastecimento, que tenham interesse em dar continuidade ao Programa, uma vez que se deseja a perpetuidade dos benefícios produzidos.

Em se tratando de um Programa cuja adesão é voluntária, cuidados especiais devem ser direcionados ao valor do PSA-Doce e à garantia do pagamento condicionado aos serviços providos, a fim de se estimular sua permanência. O PSA-Doce deve ser em valor igual ou maior ao que seria recebido pelo uso alternativo, mais o benefício direto da conservação, para que ele não mude seu comportamento, incluindo, no mínimo, os custos de oportunidade. Estes custos podem variar de região para região, o que deve ser observado quando da priorização das áreas.

O planejamento cuidadoso de cada uma das fases do Programa mostra ser uma questão relevante, pois se observa o quão difícil é introduzir um programa de PSA para depois melhorá-lo. Ainda que sejam previstas a avaliação e revisão do Programa, melhorá-lo mais tarde pode ser mais ineficiente do que projetá-lo cuidadosamente, especialmente se não forem estabelecidos desde o início canais de comunicação para o acesso à informação adequada e transparente. O despreparo da sociedade em lidar com *tradeoffs* ambientais, a considerar em bases únicas as forças políticas e a segurança ambiental também no âmbito social e econômico, requer que se desenvolva estruturas técnicas e institucionais para criação de uma rede de confiança e de resolução sensata de conflitos como parte da tomada de decisão. A instituição das UGPs, com seus núcleos fixo e variáveis como proposto pela ANA, ajudará no planejamento, dando maior capilaridade às decisões, aproveitando-se das estruturas já existentes, com é o caso dos comitês de bacia.

Quanto à equidade, identificou-se que decisões equânimes representam promover condições de igualdade e favorecimento dos menos favorecidos, por

exemplo. Ainda que o PSA-Doce não seja concebido como programa para redução da pobreza, poderá contribuir ao combinar critérios como renda e tamanho da propriedade à segmentação geográfica ou priorização de microrregiões na implementação do Programa, o que também estaria associado aos custos de oportunidade e de transação, à permanência (maior entre os mais pobres) e aos pré-requisitos para adesão. Assim, deve-se projetar mecanismos a permitir que os mais pobres participem em pé de igualdade e, principalmente, estejam entre os beneficiários (mananciais alternativos que os atendam, por exemplo), sendo dado o apoio adicional necessário para que possam adotar as práticas desejadas de uso da terra. Sugere-se às próximas fases do Programa que se associe aos critérios de priorização de áreas aspectos sociais e econômicos para potencializar os ambientais e institucionais já escolhidos.

Uma vez definidos o montante de recurso e as diretrizes que constam no TTAC, a Fundação RENOVA poderá se ater ao estrito cumprimento das obrigações assumidas (ser eficaz ao ‘gastar’ o R\$1,1 bilhão na restauração da 40 mil ha em 10 anos) e não zelar pela adequada elaboração, execução e manutenção dos projetos e provisão dos SAs, o que aconteceria no caso de se ter um beneficiário dos serviços envolvido. Isto seria um forte indicador de ineficiência e de falta de adicionalidade do Programa (“pagar por nada”).

Um certo nível de conflito é esperado, portanto, a ‘carta branca’ dada à Fundação RENOVA para a construção de alternativas e modelos possíveis na execução do Programa requer a participação propositiva e conciliatória da CTFLORE (para além da definição de premissas, prioridades e modalidades ao PSA-DOCE), do CIF e de representantes da sociedade, a serem mobilizados e envolvidos nesse processo, para que os recursos a serem despendidos sejam devidamente dimensionados e aplicados. A instituição das UGPs, por micro bacias ou regiões que indiquem similaridades sociais e ambientais, deverá colaborar com o acompanhamento local não só da elaboração e execução dos projetos, mas também com o monitoramento e o cumprimento das condicionalidades do Programa com envolvimento participativo da sociedade.

Registra-se, por fim, que a estrutura dos incentivos pode não ser suficiente, sendo necessária uma melhor compreensão sobre as preferências,

motivações e sobre os fatores sociais, econômicos e ambientais que afetam o pleno alcance dos seus objetivos. Por isso, este trabalho trouxe à luz para discussão alguns desses fatores como primeira etapa deste exercício, necessário para se desenhar o presente Programa com uso do PSA-Doce, com um mínimo de eficiência. Há a necessidade de se aprofundar nos estudos para desenho de um modelo híbrido, não necessariamente inferior ao PSA clássico, mas adequado à realidade complexa da bacia do Rio Doce.

CONCLUSÕES

O rompimento da barragem de Fundão e seus efeitos catastróficos mobilizaram diversas organizações governamentais, em todas esferas, mostrando uma capacidade de resposta, mesmo daquelas instituições não diretamente responsáveis pela fiscalização ou licenciamento do empreendimento minerário. Entre os esforços desprendidos estão as pré-avaliações de impactos pelos órgãos ambientais, como as do IBAMA; ainda que não tenham sido feitas de forma sistemática, foram cruciais para identificar os principais danos e dar uma dimensão às ações de remediação, de recuperação e de compensação devidas.

A construção de um arranjo institucional específico para tratar do desastre também se mostrou importante para disciplinar as ações reparatórias e compensatórias que servirão de modelo para situações similares futuras. Com a celebração do TTAC e a instituição do CIF, criou-se a oportunidade de dar início às medidas de recuperação ambiental que poderiam ser deixadas para um segundo momento em detrimento das de reconstrução das estruturas ou de reparação dos danos aos atingidos, também sujeitas à demora das judicializações.

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) não é único instrumento para abordar as externalidades e nem a “bala de prata” que pode ser usada para qualquer problema ambiental. No entanto, é uma abordagem promissora⁵⁸ e apresenta vantagens frente a outros instrumentos regulatórios e econômicos possíveis de serem utilizados no Programa por basear-se no princípio “provedor-recebedor”. Já que a recuperação definida de 40 mil ha se dará em áreas rurais da bacia, de forma voluntária (*supply-side*), o ônus da prova será invertido: em vez de o regulador ter que provar que as normas estão sendo respeitadas, os proprietários devem recuperar sua área e prestar os SAs desejados para receberem o PSA-Doce. Sob o ponto de vista de benefícios coletivos, considerando que a não adesão implica em custos sociais, o instrumento revela-se uma oportunidade em comparação a outros, que, neste caso, apresentam maior ineficiência por não resolverem as externalidades negativas.

⁵⁸ Mesmo sendo considerado um “quase-PSA” ou “tipo-PSA” por não atender a todos os critérios definidos na literatura, especialmente o de beneficiário-pagador e da voluntariedade no lado da demanda.

Os serviços ambientais a serem proporcionados pelo Programa com o uso do PSA-Doce podem ter múltiplas classificações. Assim, conforme definições, princípios e premissas registradas para o caso em estudo, pode-se dizer que o PSA-Doce a ser implantado com o presente Programa é o instrumento de incentivo adequado, financiado por terceiro (medida compensatória de um “poluidor-pagador”), voltado para SAs prioritariamente reguladores, orientado para o processo, visando o controle de externalidades negativas por meio da restauração florestal, da cobertura do solo, e, conseqüentemente, do controle de processos erosivos, e com a produção de externalidades positivas por meio da melhoria da qualidade e quantidade da água.

Mesmo com as vantagens apresentadas, ao longo deste trabalho, identificaram-se pontos fortes, potencialidades e também pontos fracos, ‘gargalos’ usualmente associados aos casos empíricos e que, se devidamente abordados, podem ser maximizados ou mitigados, respectivamente.

O uso do instrumento, fundamentado no princípio “provedor-recebedor”, para fins de destinação de recursos de uma obrigação compensatória, por sua vez, baseada no princípio “poluidor-pagador”, aponta uma nova aplicabilidade ainda não identificada na literatura, para fins de uso de recurso de uma compensação por danos, ainda que não *strictu sensu*⁵⁹. Tal novidade afeta a adequação aos 5 critérios exigidos para a plena caracterização de um PSA, seja pela não participação voluntária do pagador-beneficiário, ou mesmo pela não condicionalidade da provisão dos SAs para o pagamento.

Por isso, vislumbra-se que o uso de recursos de compensação para programas de recuperação ambiental com o uso do PSA só terá a chance de ser eficiente com o permanente acompanhamento do poder público, a zelar pelo alcance dos seus objetivos em nome da coletividade. Iniciativas como esta precisam de uma visão comum que atenda às necessidades e expectativas de diferentes grupos de interessados, à capacidade das instituições de operacionalizar a restauração em larga escala e às particularidades especiais da alta heterogeneidade social e ecológica da região.

⁵⁹ A que decorre de processos de licenciamento ambiental, conforme definido no art. 36 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Com este estudo, percebe-se que os esforços despendidos no Brasil com programas de recuperação ambiental associados a instrumentos de incentivo são muitos, mas os ganhos ambientais costumam ser limitados. A sensibilização, não só dos 'provedores-recebedores', mas também do 'pagador-compensador' e das instituições (que são difíceis de mudar), mostra-se como fundamental para que o Programa alcance seus objetivos. É preciso romper paradigmas e deslocar a lógica do ganho privado e individual dos envolvidos para a solução de problemas que envolvem escolhas coletivas e vontade de agir de forma cooperativa. O sucesso do PSA-Doce depende, entre tantos fatores, da construção (ou manutenção) de fóruns (CTFLOR, CIF e UGPs) que garantam a perpetuidade de seus efeitos no longo prazo.

Por fim, conclui-se que são necessárias alianças interinstitucionais eficazes para promover a restauração em larga escala de forma eficiente e que o caso do PSA-Doce como instrumento de incentivo ao Programa de recuperação ambiental na bacia tem sido construído nesse sentido, ainda que não plenamente de forma custo-eficaz. Cabe às instituições envolvidas, junto com a Fundação RENOVA, promover o refinamento do desenho do Programa, com a plena definição das áreas prioritárias e de um cronograma de atuação (escalonado ou concomitante, conforme similaridades e peculiaridades locais), a instituição de unidades locais de gerenciamento (UGPs) e a construção de estratégias adequadas de comunicação para divulgação dos cenários possíveis a serem promovidos pelo Programa. Com isso, é possível zelar para que as soluções acordadas constituam a forma mais eficiente e equânime possível, com foco na restauração e ou conservação dos SAs, garantido a capilaridade mínima necessária junto aos seus provedores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Manual operativo do Programa Produtor de Água**. 2. ed. Brasília, 2012. 84 p. Disponível em:

http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001_10_12.pdf

_____. **Relatório técnico de análise preliminar sobre a qualidade da água e seus reflexos sobre os usos da água**. Brasília, 2015. 24 p. Disponível em:

<http://riodocevivo.omeka.net/items/show/374>

ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 47-54, 2005.

ALVES, M. C.; ANDRELO, R.; CABRAL, R. Reputation and right to information: the communication of Samarco mining company in the case of Mariana (Minas Gerais, Brazil) environmental disaster. **R. Inter. de Relações Públicas**, v. 6, n. 12, p. 43-64, 2016.

BAUMOL, W.; OATES, W. E. **Economics, environmental policy, and the quality of life**. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. p. 209-229

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lições aprendidas na conservação e recuperação da mata atlântica: sistematização dos desafios e melhores práticas dos projetos-pilotos de PSA**. Brasília, 2013. 84 p. (Série Biodiversidade).

_____. **Pagamento por serviços ambientais na mata atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, 2012. 272 p. (Série Biodiversidade, 42). Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf.

BRASIL. Ministério Público Federal. Procuradoria da República nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Força Tarefa Rio Doce. **Denúncia crime**. [S.l.], 2016. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/denuncia-samarco>

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? **Ecological Economics**, v. 63, n. 2-3, p. 616–626, 2007.

BULLOCK, J. M. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 10, 2011.

BURLINGTON, L. B. Ten year historical perspective of the NOAA damage assessment and restoration program. **Spill Science & Technology Bulletin**, v. 5, n. 2, p 109-116, 1999.

CBH-RIO DOCE - Comitê de bacias hidrográficas do rio Doce, 2017. Disponível em: http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia_caracterizacao.asp. Acesso em: 23 de maio de 2017.

CHAVES, H. M. L. *et al.* **Quantificação dos benefícios e compensações do “Programa do Produtor de Água” (ANA)**: I. Teoria. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2006a.

_____. **Quantificação dos benefícios e compensações do “Programa do Produtor de Água” (ANA)**: II. Aplicação da Metodologia. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2006b.

CLOT, S.; GROLLEAU, G.; MÉRAL, P. Payment vs. compensation for ecosystem services: do words have a voice in the design of environmental conservation programs? **Ecological Economics**, v. 135, p. 299-303, maio 2017.

COASE, R. H. The problem of social cost. **J. of Law and Economics**, oct. 1960. 23 p.

- COLBY, M. E. Environmental management in development: the evolution of paradigms. **Ecological Economics**, v. 3, p. 193-213, 1991.
- COLLINS, A.; ROSENBERGER, R.; FLETCHER, J. The economic value of stream restoration. **Water Resources Research**, v. 41, 9 p., 2005.
- CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Doce**: relatório final. [S.l.], 2010. 478 p. Disponível em: http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/PIRH_Doce_Volume_I.pdf
- DAILY, G. C. Introduction: What are ecosystem services? In: _____. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997, 392 p.
- DAILY, G. C. *et al.* Ecosystem services in decision making: time to deliver. **Ecological Economics**, v. 7, n. 1, p. 21-28, 2009.
- DAILY, G. C.; MATSON, P. A. Ecosystem services: from theory to implementation. **PNAS**, v. 105, n. 28, p. 9455-9456, 2008.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, jun. 2002.
- EHRlich, P.; EHRlich, A. **Extinction**: the causes and consequences of the disappearance of species. New York: Random House, 1981. 305 p.
- ENGEL, S. The Devil in the detail: a practical guide on designing payments for environmental services. **International Review of Environmental and Resource Economics**, v. 9, n. 1-2, p. 131–177, 2016.
- ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 663–674, maio 2008.
- EPA history: Exxon Valdez Oil Spill: press releases and reports. Disponível em: <https://www.epa.gov/history/epa-history-exxon-valdez-oil-spill>. Acesso em: 10 maio 2017.
- EZZINE-DE-BLAS, D. *et al.* **Innovative mechanisms for financing biodiversity conservation**: an exchange of experiences between Europe and Mexico. London: Institute for European Environmental Policy, 2016. 5 p. Disponível em: https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/020cb6df-e98e-45d6-937a-64cc2f78f973/IEEP_CIRAD_IBERO_-_Innovative_mechanisms_for_financing_biodiversity_conservation_-_Background_document.pdf
- FERNANDES, G. W. *et al.* Deep into the mud: ecological and socioeconomics impacts of the dam breach. **Natureza & Conservação**, v. 14, n. 2, p. 35-45, jul./dec. 2016.
- FIELD, B. C.; FIELD, M. K. **Introdução à economia do meio ambiente**. 6. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2014, 394 p.
- FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643–653, jan. 2009.
- FUNDAÇÃO RENOVA. **Plano de manejo de rejeitos**. São Paulo, abril de 2017. 213 p.
- GARCIA, L. C. *et al.* Brazil's worst mining disaster: corporations must be compelled to pay the actual environmental costs. **Ecological Applications**, v.27, n.1, p.5-9, jan. 2017.
- HANLEY, N.; SHROGREN, J.; WHITE, B. **Introduction to environmental economics**. Oxford: OUP, 2013. 300 p.
- HAUSKNOST, D; GRIMA, N.; SINGH, S. J. The political dimensions of payments for ecosystem services (PES): cascade or stairway? **Ecological Economics**, v. 131, p. 109-118, jan. 2017.

HOLL, K. D. Restoring tropical forests from the bottom up. **Science**, v. 355, n. 6324, p. 455-456, 03 feb. 2017.

HOLL, K. D.; HOWARTH, R. B. Paying for restoration. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 3, p. 260-267, sep. 2000.

INSTITUTO BIOATLANTICA. **NOTA TÉCNICA Nº 01/2017/IBIO**. Apresentação de análise técnica para indicação de áreas a serem contempladas com o Programa de Recuperação de Nascentes, previsto no Termo de Transação e Ajustamento de Conduta – TTAC. Governador Valadares, março de 2017. 44p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Brasil). **Laudo técnico preliminar**: impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Brasília, 2015. 74 p. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf

_____. **Nota técnica nº 02001.000489/2017-91 DBFLO/IBAMA**, de 26 de abril de 2017. Consolidação das discussões ocorridas no âmbito da CT-FLOR acerca das diretrizes e modalidades a serem adotadas no Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pelas Cláusulas 161 e 162 do TTAC. Brasília: IBAMA, 2017. 16 p. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/notas-tecnicas/CT-CGAUF/NT-02001000489201791-DBFLO.pdf>

_____. **Nota técnica nº 02001.000606/2016-36 CGMAM/IBAMA**, de 31 de março de 2016. Cálculo da área de preservação permanente (APP) atingida pelos rejeitos proveniente do rompimento da barragem do Fundão em 05/11/2015 - bacia do Rio Gualaxo do Norte e do Rio do Carmo, Mariana - MG. Brasília: IBAMA, 2016. 3 p. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/notastecnicas/2016-03-nota_tecnica_02001_000606-2016_36.pdf

_____. **PAR. 02001.000475/2017-78 CORAD/IBAMA**. Proposta de entendimento sobre área de recarga para efeito das ações a serem implementadas no âmbito do TTAC, Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce. Brasília, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Brasil). Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água. **Nota Técnica nº 001/2016 CT-FLOR**. Encaminhamentos da 4ª Reunião da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água ocorrida na SUPES/MG, em 11/08/2016. Brasília, setembro de 2016.

KAREIVA, P. *et al.* (Ed.) **Natural Capital**: theory and practice of mapping ecosystem services. Oxford: OUP, 2011. 392 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=s-AVDAAAQBAJ&lpg=PA319&dq=Natural%20Capital%3A%20Theory%20and%20Practice%20of%20Mapping%20Ecosystem%20Services%20pdf&hl=pt-BR&pg=PA319#v=onepage&q&f=false>

KARSENTY, A.; EZZINE-DE-BLAS, D. **PES, markets and property rights**: a comment on Wunder's revisited concept of PES and a proposal of conceptual framework. 2016. 16 p. Disponível em <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01262380>

LANDELL-MILLS, N.; PORRAS, I. **Silver bullet or fool's gold?**: a global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. London: International Institute for Environment and Development, 2002. 272 p.

LATAWIEC, A. E. *et al.* Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 211-218, may 2015.

LOUZADA, F. L. R. O. **Balanço hídrico climatológico com dados estimados pelo satélite tropical rainfall measuring mission para a bacia hidrográfica do Rio Doce**.

2016. 107 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

MARTINEZ-HARMS, M. J. *et al.* Making decisions for managing ecosystem services. **Biological Conservation**, v. 184, p. 229–238, 2015.

MCCANN, L. Transaction costs and environmental policy design. **Ecological Economics**, v. 88, p. 253-262, 2013.

MCCANN, L. *et al.* Transaction cost measurement for evaluating environmental policies. **Ecological Economics**, v. 52, p. 527-542, 2005.

MÉRAL, P.; PESCHE, D. (Coord.) **Les services écosystémiques**: repenser les relations nature et société. Versailles: Quae, 2016. 300 p. (Nature et société). Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=QXw-DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=M%C3%89RAL+2016+ecosystem+service&ots=HkEieSEkAP&sig=u01i7OEqS3QnncEStaEvQsAxMqw#v=onepage&q=M%C3%89RAL%202016%20ecosystem%20service&f=false>

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 p. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

MINAS GERAIS (Estado). Instituto Estadual de Florestas. Diretoria de Conservação e Recuperação de Ecossistemas. **Nota Técnica nº 001/2017/DCRE/IEF**. Proposição de premissas e modalidades do plantio compensatório ao Programa de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce. [Belo Horizonte], 2017.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2007.

MURADIAN, R. *et al.* Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. **Conservation Letters**, v. 6, n. 4, p. 274-279, jul./aug. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00309.x>

_____. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1202–1208, apr. 2010.

NOGUEIRA, J. M.; PEREIRA, R. R. **Crerios e análise econômica na escolha de instrumentos**. Brasília-DF: ECO-NEPAMA, 1999.

PAGIOLA, S. **Assessing the efficiency of payments for environmental services programs**: a framework for analysis. Washington: World Bank, 2005.

PAGIOLA, S.; CARRASCOSA VON GLEHN, H.; TAFFARELLO, D. (Org.) **Experiências do Brasil em pagamentos por serviços ambientais**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, 2013. 336 p. (PES Learning Paper).

PAGIOLA, S.; ARCENAS, A.; PLATAIS, G. Can payments for environmental services help reduce poverty?: an exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. **World Development**, v. 33, n. 2, p. 237-253, 2005.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. **Payments for environmental services**: from theory to practice. Washington: World Bank, 2002, 4 p.

_____. Payments for environmental services. **Environment Strategy Notes**, v. 3, n. 4, p. 1-23. 2002. Disponível em: <http://condesan.org/mtnforum/sites/default/files/publication/files/4609.pdf>

PATTERSON, T. M. **Ecosystem services**. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: <http://www.els.net>

- PERMAN, R. *et al.* **Natural resource & environmental economics**. 3. ed. Harlow: Pearson, 2003. 558 p. Disponível em: <https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/NAS247/tselepidis/ATT00106.pdf>
- PORRAS, I. *et al.* **PES and other economic beasts**: assessing PES within a policy mix in conservation. Istanbul, [s.n.], 2012.
- RICHARDS, R. C. *et al.* Considering farmer land use decisions in efforts to 'scale up' payments for watershed services. **Ecosystem Services**, v. 23, p. 238–247, feb. 2017.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.
- RODRÍGUEZ-ROBAYO, K. J.; MERINO-PEREZ, L. Contextualização do contexto na análise do pagamento por serviços ecossistêmicos. **Ecosystem Services**, v. 23, p. 259–267, 2017.
- SAMARCO, 2017. Disponível em: <http://www.samarco.com/barragens/>
- SCHAEFER, M. *et al.* Nature as capital: advancing and incorporating ecosystem services in United States federal policies and programs. **PNAS**, v. 112, n. 24, p. 7383–7389, 2015.
- SILVA, T. B. *et al.* Projeto produtores de água: uma nova estratégia de gestão dos recursos hídricos através do mecanismo de pagamento por serviços ambientais. **OLAM Ciência & Tecnologia**, Rio Claro/SP, v. 8, n. 3, p. 48, 2008.
- SOSSAI, M. F. **Nota técnica**: insumos para definição de mecanismo de pagamentos por serviços ambientais na bacia do [Rio] Doce. 2017. 4 p.
- SOSSAI, M. F. *et al.* Restauração de paisagens florestais no estado do Espírito Santo - Brasil: de projetos-piloto à política estadual de restauração em larga escala. In: Moraes, M. A. (Org.). **Restauração de florestas e paisagens no Brasil**. Brasília, IUCN, 2016. 264 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-025.pdf>
- SPANGENBERG, J. H.; VON HAREEN, C.; SETTELE, J. The ecosystem service cascade: further developing the metaphor. Integrating societal processes to accommodate social processes and planning, and the case of bioenergy. **Ecological Economics**, v. 104, p. 22–32, ago. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.025>
- FAO. The state of food and agriculture. FAO Agriculture Series, 38. Rome, 2007. 22 p.
- STERNER, T.; CORIA, J. Policy instruments for environmental and natural resource management. 2. ed. New York: RFF Press, Resource for the Future, 2012, 638 p.
- TACCONI, L. Redefining payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 73, p. 29–36, 2012. Disponível em: <https://doi:10.1016/j.ecolecon.2011.09.028>
- TERMO de transação e de ajustamento de conduta. 2016. Disponível em: <http://www.samarco.com/wp-content/uploads/2016/06/TTAC-FINAL.pdf>
- VATN, A. An institutional analysis of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, p. 1245–1252, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.018>
- VIANI, R. A. G.; BRACALE, H. **Produtor de água no PCJ**: pagamento por serviços ambientais: lições aprendidas e próximos passos. São Paulo: The Nature Conservancy, 2015. 78 p. Disponível em: <http://www.tnc.org.br/quem-somos/publicacoes/produtor-de-agua-pcj-licoes-aprendidas.pdf>
- WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. **Conservation Biology**, v. 21, n. 1, p. 48–58, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00559.x>

_____. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **Occasional Paper**, n. 42, Bogor: CIFOR, 2005. 24 p.

_____. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 117, p. 234-243, 2015.

ANEXO A – Fotos Aéreas

Foto 1: Área do Complexo da Samarco, após o rompimento da Barragem de Fundão



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 2: Área da Barragem de Fundão; ao fundo Barragem de Germano e os diques de Selinha (taludes danificados, à esquerda), Tulipa e Sela (mais intactos, à direita)



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 3: Córrego Santarém e o distrito de Bento Rodrigues/MG, destruído pela lama



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 4: Confluência do Córrego Santarém com Rio Gualaxo do Norte.



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 5: Confluência dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, com Barra Longa/MG à direita



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 6: Rio do Carmo; destaque aos limites atingidos pela lama, 'ilhas' e 'praias' de rejeito



(Foto Taíse Valadão, IBAMA/MA)

Foto 7: Acúmulo de rejeito e material lenhoso no Rio Doce, remanso da UHE Risoleta Neves



(Fonte Cecília Barreto, IBAMA/MG)

Foto 8: “Ilhas” de rejeito na UHE Risoleta Neves (Barragem de Candonga).



(Foto Cecília Barreto, IBAMA/MG)

Anexo B – Relatórios

| Data | Nº doc. ou proc. | Unidade Emitente | Assunto | Principais Recomendações/ Encaminhamentos (síntese) |
|----------|---------------------------|--|--|--|
| 08/01/16 | LH-035/15 | Marinha do Brasil - Comando do 1º Distrito Naval | Atividades desenvolvidas pela Marinha do Brasil no litoral do Estado do Espírito Santo | Sugere-se que qualquer trabalho realizado na região em estudo seja precedido de uma avaliação das condições meteorológicas reinantes na área. |
| 05/05/16 | 02001.000174/2016-63DBFLO | Ações de recuperação ambiental promovidas pela SAMARCO S/A, referentes ao rompimento da barragem de rejeitos de Fundão | | <ul style="list-style-type: none"> - Cadastro Ambiental Rural (CAR) de todas as propriedades afetadas. - levantamento detalhado e espacializado dos cursos d'água, seus tributários e nascentes afetadas, com metodologia. - Projetos de Recuperação Ambiental para controle da erosão e reconformação de cursos d'água no trecho entre a Barragem de Fundão e a UHE Risoleta Neves (Candongia) discriminando as metodologias a serem utilizadas. - Espacialização das áreas onde houve sedimentação do rejeito na calha dos rios e de seus tributários, e seus respectivos taludes marginais e planícies de inundação, apresentando a metodologia para a quantificação do rejeito. - Cronograma detalhado de gerenciamento dos pontos com rejeito acumulado (planícies de inundação, margens dos cursos d'água e áreas urbanas afetadas) contemplando as ações para remoção, destinação e/ou aproveitamento. - Levantamento florístico da vegetação nativa remanescente e espacialização dos fragmentos ao longo dos rios afetados. - Identificação das espécies vegetais nativas pioneiras que colonizaram as margens afetadas dos cursos d'água,. - Metodologia de coleta, propagação e semeadura/plantio de sementes e mudas para contenção de processos erosivos. - Metodologia de recuperação por tributário afetado, caso a caso, com as técnicas de reconformação do terreno, de bioengenharia e de revegetação a serem empregadas (dragagem, retaludamento, enrocamentos, biomantas). - Diagnóstico do resíduo (material lenhoso + rejeito) depositado em área próxima à Santa Cruz do Escalvado, com o volume, assim como avaliação do emprego do referido material lenhoso como estruturante físico e/ou substrato orgânico. - Romaneio e projeto de destinação e/ou aproveitamento do material lenhoso acumulado, com estimativa de volume remanescente na calha dos rios afetados e plano de remoção e destinação, preferencialmente na recuperação das áreas. - Diagnóstico com o histórico de imagens de satélite para fins de classificação do uso e ocupação do solo nas propriedades rurais atingidas, com objetivo de construção de cenário pré e pós rompimento da Barragem de Fundão. - Estruturas de drenagem que mitiguem a erosão, para o disciplinamento das águas pluviais. - Cronograma das ações de recuperação ambiental dos taludes expostos dos remanescentes da Barragem de Fundão,. - Apresentação de proposta para diminuir a erosão eólica nos locais de maior deposição de rejeito, como Barra Longa. - Apresentação de proposta para reconformação da margem esquerda do Rio do Carmo em Barra Longa. |

| | | |
|----------|---|---|
| 01/06/16 | <p>02001.000174/2016-63DBFLO</p> <p>Relatório Geral de Vistoria, Operação Águas - Fase Helios para Acompanhamento das ações de recuperação ambiental emergencial promovidas pela empresa SAMARCO MINERAÇÃO S/A</p> | <p>2. Mapeamento completo de todos os tributários afetados, incluindo todos os visitados na vistoria, em meio impresso e formato digital shapefile, seguindo a nomenclatura apresentada no relatório.</p> <p>3. Projeto específico das intervenções em cada tributário afetado.</p> <p>4. Projeto específico das intervenções de cada trecho da calha principal afetado, conforme deliberação do CIF 3.1 e notificação nº 46715.</p> <p>5. Resultados dos estudos geoquímicos e geomorfológicos do rejeito para avaliação quanto às soluções de manejo e posterior tomada de decisão quanto à sua destinação ou aproveitamento, visto a proximidade do próximo período chuvoso (set/2016).</p> <p>6. Mapeamento de todos os lagos, lagoas e açudes afetados pela lama de rejeitos, além de proposta para o manejo dos rejeitos nessas áreas, considerando a instabilidade do material depositado e o potencial risco.</p> <p>7. Implementar as ações recomendadas para cada ponto vistoriado, conforme relatórios das equipes e integralmente disponibilizadas no arquivo digital. As ações deverão ser efetuadas até 01/09/16, conforme Notificação IBAMA nº 46706.</p> |
| 01/10/16 | <p>02001.000174/2016-63DBFLO</p> <p>Relatório Geral de Vistoria, Operação Águas - Fase Argos I para Acompanhamento das ações de recuperação ambiental emergencial promovidas pela empresa SAMARCO MINERAÇÃO S/A</p> | <p>2. Adoção de todas as ações recomendadas para cada ponto vistoriado, conforme descritas nos relatórios das equipes (ANEXO II) e fichas de campo preenchidas durante a operação.</p> <p>3. solicita a apresentação de metodologia fundamentada cientificamente que monitore o sucesso desta técnica nas áreas, que deverá conter: i) Fundamentação científica; ii) Suficiência amostral para coleta de dados; iii) Relatório fotográfico; iv) Análise estatística dos dados coletados; v) Recomendações a partir dos resultados aferidos.</p> <p>5. Proposta de utilização das espécies nativas ruderais, contemplando a identificação botânica destas, que se encontram em processo de regeneração natural nas áreas, para utilização na recuperação ambiental.</p> <p>6. Mapeamento de todos os tributários que tiveram sua linha natural de drenagem alterada, apresentando as justificativas técnicas que embasaram esta decisão.</p> <p>7. Mapeamento com todas as intervenções previstas de reconstituição das atividades agropecuárias, delimitando-se as APPs e áreas consolidadas de cada propriedade.</p> <p>8. Constatada a utilização de solos de áreas de empréstimo, tanto para incorporação ao rejeito como para recuperação do leito carroçável das estradas, solicita o mapeamento de todos os pontos de áreas de empréstimo de solo de barranco, adjacentes às áreas afetadas, e seus respectivos licenciamentos junto ao órgão ambiental competente.</p> |

| | | |
|----------|---|--|
| 28/03/17 | <p>Relatório Geral de Vistoria, Operação Águas - Fase Argos III para acompanhamento das ações de recuperação ambiental emergencial promovidas pela Fundação Renova, referentes ao rompimento da barragem de rejeitos de Fundão.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Atender às recomendações presentes no Relatório Técnico Interinstitucional (PT nº 02001.004731/16-15); - Adotar as intervenções bem avaliadas como modelo para as demais intervenções e/ou correções; - Reavaliar as técnicas utilizadas no controle dos processos erosivos, drenagem superficial e contenção de sedimentos; - Promover a devida orientação e acompanhamento às equipes de campo por responsável técnico habilitado; - Manutenção do isolamento das áreas, conciliando-os com sensibilização de proprietários e dessedentação fora da APP; - Dar início às obras de drenagem superficial com correção ou reconstrução das estruturas executadas; - Proceder contenção e correção dos processos erosivos, particularmente dos ravinamentos registrados; - Melhorar ou realizar intervenções para minimizar o carreamento de sedimentos com controle dos deslizamentos. - Concluir o manejo de galhos, troncos e raízes (resíduos orgânicos), de forma criteriosa e com a destinação adequada;; - Proceder às obras de reconformação e de reapeçoamento do terreno com o uso de estruturas de drenagem e outras; - Em quaisquer intervenções, executá-las com o máximo de critério possível, protegendo a resiliência local constatada; - Avaliar a eficácia das ações relativas à semeadura nas áreas afetadas para se identificar necessidade de repasse; - Proceder a manutenção adequada das estradas vicinais e de acesso às áreas diretamente afetadas. - Manter diálogo positivo com os proprietários rurais atingidos, identificando suas expectativas para decisão negociada; - Levantamento e catalogação das spp vegetais nativas presentes nos remanescentes florestais e áreas não afetadas. - Isolamento das áreas afetadas nas quais a regeneração natural tem se mostrado mais efetiva, seja nas APPs ou não,. - Preparo da área afetada para semeadura ou repasse do mix,. - Adotar as ações recomendadas para cada ponto vistoriado e apresentar status de cumprimento com cronograma. - As APPs cercadas deverão receber sinalização com placas de identificação. |
|----------|---|--|

Apêndice A - Desastres com o Rompimento de Barragens de Rejeitos da Mineração⁶⁰ (a partir de 1990)

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|---|--|---------------------------|---|------------------|-------------------------------------|---|--|
| 12/03/17 | China | Mina Tonglvshan Mine, Província de Hubei | China Daye Non-Ferrous Metals Mining Limited | Cobre, ouro, prata, ferro | Falha parcial da barragem | 0,20 | - | - | Inundação da lagoa de peixes a jusante, em área de ~ 27 ha. Duas pessoas mortas e uma desaparecida. |
| 27/08/16 | Estados Unidos | New Wales plant, Mulberry, Polk County, Florida | Mosaic Co | Fosfato | Um dreno de 14 m de largura em uma pilha de fosfogesso, abriu caminho para o subterrâneo; O líquido atingiu o Aqüífero Floridano. | 0,84 | Líquido comtaminado | Aqüífero Floridano | Contaminação do aquífero. |
| 08/08/16 | China | Vila Dahegou, Luoyang, Província de Henan | Luoyang Xiangjiang Wanji Aluminium Co., Ltd. | Bauxita | Falha de uma barragem de rejeitos | 2,00 | Subprodutos de produção de alumínio | - | Aldeia totalmente submersa em lama vermelha, cerca de 300 aldeões evacuados, muitos animais domésticos e animais mortos. |
| 21/11/15 | Myanmar | Hpakant, Estado de Kachin, Myanmar | ? | Jade | Falha na pilha de resíduos | ? | ? | ? | Pelo menos 113 pessoas mortas |
| 05/11/15 | Brasil | Mina Germano, Bento Rodrigues, Minas Gerais | Samarco Mineração S.A. (50% BHP Billiton, 50% Vale) | Ferro | Falha da barragem de rejeitos do Fundão devido à drenagem insuficiente, levando à liquefação das areias de rejeitos logo após um pequeno terremoto. | 32,00 | Rejeitos de minério de ferro | Córrego Santarém, Rio Gualaxo do Norte, Rio do Carmo e Rio Doce | A cidade de Bento Rodrigues foi inundada, destruindo 158 casas, pelo menos 17 pessoas mortas e 2 desaparecidas; A lama contaminou mais de 663 km de cursos d'água, destruindo 15 km2 de terra ao longo dos rios e cortando o abastecimento de água potável de moradores. |
| 10/09/14 | Brasil | Mina Herculano, Itabirito, Minas Gerais | Herculano Mineração Ltda | Ferro | Falha da barragem de rejeitos | ? | Rejeitos de minério de ferro | Córrego do Silva | Dois trabalhadores mortos e um desaparecido |

⁶⁰ Traduzido e adaptado de <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html> , acesso em: 03/04/2017.

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|--|---|---|--|------------------|---|---|--|
| 07/08/14 | México | Mina Buenavista del Cobre, Cananea, Sonora | Southern Copper Corp. (Grupo México) | Cobre | Falha da barragem de rejeitos | 0,04 | Sulfato de cobre | Córrego Tinajas | Flui para a hidrovía de Bacanuchi, de 420 km de extensão, afluente do rio Sonora, afetando diretamente 800.000 pessoas |
| 04/08/14 | Canadá | Mina Mount Polley, British Columbia | Imperial Metals Corp. | Cobre, ouro | Falha da barragem de rejeitos devido a falha de fundação | 24,40 | 7,3 Mm3 de rejeitos, 10,6 Mm3 de água e 6,5 Mm3 de água intersticial | Lago Polley, Hazeltine Creek, Lago Quesnel | Rejeitos fluindo em adjacentes do Lago Polley e através da Enseada Hazeltine, no Lago Quesnel (Baía de Mitchell) |
| 02/02/14 | Estados Unidos | Dan River Steam Station, Eden, North Carolina | Duke Energy | Cinzas de carvão | Colapso de um tubo de drenagem velho sob um tanque de 27 acres de cinzas de resíduos | 0,10 | Cerca de 74.400 t de cinzas de carvão tóxicas e 100.000 m3 de água contaminada | Rio Dan | Cinzas fluindo através de um tubo de drenagem no Rio Dan |
| 15/11/13 | Armenia | Zangezur Copper Molybdenum Combine, Kajaran, Syunik province | Cronimet Mining AG | Cobre, molibdênio | Danos no oleoduto de rejeitos | ? | | Rio Norashenik | Rejeitos fluindo para o Rio Norashenik durante vários dias |
| 31/10/13 | Canadá | Mina de carvão Obed Mountain, nordeste de Hinton, Alberta | Sherritt International | Carvão | Quebra de parede na lagoa de contenção | 0,670 | Derramamento de 670.000 m3 de efluentes de carvão e 90.000 t de sedimentos lamacentos | Enseada de Apetowun, Plate Creek, Rio Athabasca | Pluma de lama contendo partículas finas de carvão, argila e metais pesados nos riachos Apetowun e Plate e eventualmente no rio Athabasca |
| 17/12/12 | Canadá | Sítio da Mina Gullbridge, Newfoundland | ? | Cobre | Falha na barragem de aterro, largura de 50 m | ? | | | Recomendação para não consumir água na Cidade de South Brook (ver detalhes - http://www.mae.gov.nl.ca/waterres/southbrook/) |
| 04/11/12 | Finlândia | Sotkamo, Província de Kainuu | Talvivaara Mining Company Plc | Níquel (subproduto de urânio planejado) | Vazamento de lagoa de gesso | | Centenas de milhares de metros cúbicos de águas residuais contaminadas | Rio Snow | Concentrações de níquel e zinco excederam os valores que são prejudiciais para os organismos em dez vezes ou mesmo cem vezes mais, concentrações de urânio maiores que dez vezes. |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|--|--|------------------|--|------------------|---|------------------------------|---|
| 21/07/11 | China | Cidade de Mianyang, Município de Songpan, Província de Sichuan | Planta de Manganês Xichuan Minjiang Electrolytic | Manganês | Barragem de rejeitos danificados por deslizamentos de terra causados por fortes chuvas | ? | | Rio Fujiang | Rejeitos danificaram estradas residências e casas, forçando 272 pessoas a sair; Os rejeitos foram lavados no rio Fujiang, deixando 200.000 pessoas sem abastecimento de água potável |
| 04/10/10 | Hungria | Kolontár, Hungary | MAL Magyar Alumínium | Bauxita | Falha de barragens de rejeitos | 0,700 | 700 mil metros cúbicos de lama vermelha cáustica | | Várias cidades inundadas, 10 pessoas mortas, aproximadamente 120 pessoas feridas, 8 km2 inundados |
| 25/06/10 | Peru | Huancavelica | Unidad Minera Caudalosa Chica | ? | Falha da barragem de rejeitos | 0,021 | 21.420 metros cúbicos de rejeitos | Rio Escalera e Rio Opamayo | Contaminação do rio Escalera e do rio Opamayo 110 km a jusante |
| 29/08/09 | Russia | Karamken, Região Magadan | Planta de processamento de minerais Karamken | Ouro | Falha da barragem de rejeitos após chuva forte | 1,205 | Mais de 1 Mm3 de água, 150 mil m3 de rejeitos e 55 mil m3 de materiais da barragens | | Onze casas foram levadas pelo fluxo de lama; Pelo menos uma pessoa foi morta |
| 14/05/09 | China | Condado de Huayuan, Prefeitura Autônoma de Xiangxi, Província de Hunan | ? | Manganês | Falha da barragem de rejeitos (capacidade: 50.000 metros cúbicos) | ? | | | O deslizamento de terra causado pelo estrago da represa destruiu uma casa, matando três pessoas e ferindo quatro pessoas. |
| 22/12/08 | Estados Unidos | Planta fóssil de Kingston, Harriman, Tennessee | Tennessee Valley Authority | Cinzas de carvão | Falha na parede de retenção | 4,100 | Liberção de 4,1 Mm3 de suspensão de cinzas | | A lâmina de cinzas cobriu 1,6 km ² , profundidade de 1,83m. A onda de cinzas e lama derrubou linhas de energia, cobriu rodovia Swan Pond e rompeu uma linha de gás. Danificou 12 casas, embora ninguém tenha ficado gravemente ferido. |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|--|--|-----------------|--|------------------|---|------------------------------|---|
| 08/09/08 | China | Taoshi, cidade de Linfen, condado de Xiangfen, província de Shanxi | Tashan mining company | Ferro | Colapso de um reservatório de resíduos em uma mina ilegal durante a precipitação | ? | | | Um deslizamento de terra de vários metros de altura enterrou um mercado, várias casas e um prédio de três andares. Pelo menos 254 pessoas mortas e 35 feridas. |
| 10/01/07 | Brasil | Mirai, Minas Gerais | Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda | Bauxita | Falha da represa após chuva pesada | 2,00 | 2 Mm3 de lama, contendo água e argila ("lama vermelha") | | O fluxo de lama deixou cerca de 4000 moradores das cidades de Mirai e Muriae na Zona da Mata destruídos e o abastecimento de água foi comprometido em cidades dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. |
| 06/11/06 | Zambia | Nchanga, Chingola | Konkola Copper Mines Plc (KCM) | Cobre | Falha do oleoduto da lama de resíduos da planta de lixiviação de rejeitos de Nchanga para despejos de rejeitos de Muntimpa | ? | | | Liberação de rejeitos altamente ácidos no rio Kafue; altas concentrações de cobre, manganês, cobalto em água de rio; abastecimento de água potável das comunidades a jusante desligado |
| 30/04/06 | China | Perto de Miliang, condado de Zhen'an, Shangluo, Província de Shaanxi | Zhen'an County Gold Mining Co. Ltd. | Ouro | Falha de barragem de rejeitos durante o sexto levante de barragem | ? | | Rio Huashui | O deslizamento de terra enterrou casas, deixando 17 residentes desaparecidos. Cinco feridos foram levados para o hospital. Mais de 130 moradores locais foram evacuados. O cianeto de potássio tóxico contaminou aprox. 5 km a jusante. |
| 14/04/05 | Estados Unidos | Lago Bangs, Condado de Jackson, Mississippi | Mississippi Phosphates Corp. | Fosfato | Falha da pilha de fosfogesso, pelo aumento da capacidade da lagoa. A empresa aponta chuvas excepcionalmente pesadas | 0,06 | Aproximadamente 17 milhões de galões de líquido ácido (64.350 m3) | | Líquido derramado em terras de pântanos adjacentes, causando a morte da vegetação |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|--|--|---|--|------------------|--|---|---|
| 30/11/04 | Canadá | Lago Pinchi, British Columbia | Teck Cominco Ltd. | Mercúrio | Barragem de rejeitos (100m de comprimento e 12m de altura) entra em colapso durante o trabalho de recuperação | 0,01 | 6.000 a 8.000 m3 de rocha, sujeira e águas residuais | Lago Pinchi | Rejeitos derramados em 5.500 ha Lago Pinchi |
| 05/09/04 | Estados Unidos | Riverview, Florida | Cargill Crop Nutrition | Fosfato | Um dique derrubado por ondas provenientes do furacão Frances rompeu liberando 150 milhões de galões de água poluída em uma pilha de gesso de 100 pés de altura | 0,23 | 60 milhões de galões (227.000 m3) de líquido ácido | Enseada de Archie, Baía de Hillsborough | Líquido derramado na enseada de Archie que leva a baía de Hillsborough |
| 22/05/04 | Rússia | Partizansk, Primorski Krai | Dalenergo | Cinzas de carvão | Quebra de dique anelar, em 1 km2 e com cerca de 20 Mm3 de cinzas de carvão, deixando buraco com ~ 50m de largura na barragem. | 0,16 | Aproximadamente 160.000 metros cúbicos de cinzas | Rio de Partizanskaya, baía de Nahodka | A cinza fluía através de um canal de drenagem em um tributário do rio Partizanskaya que esvazia dentro da baía de Nahodka em Primorski Krai (leste de Vladivostok). |
| 20/03/04 | França | Malvési, Aude | Comurhex (Cogéma/ Areva) | Lagoa de decantação e evaporação da planta de conversão de urânio | Falha da barragem após fortes chuvas do ano anterior | 0,03 | 30.000 m3 de líquido e suspensões | Canal de Tauran | Liberação conduziu a concentrações elevadas de nitrato de até 170 mg/L no canal de Tauran por várias semanas. |
| 03/10/03 | Chile | Cerro Negro, Província de Petorca, Quinta região | Cia Minera Cerro Negro | Cobre | Falha da barragem de rejeitos | 0,05 | 50.000 toneladas de rejeitos | Rio La Ligua | Rejeitos fluíram 20 km a jusante do rio La Ligua. |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|--|---------------------------------|--|--|------------------|---|--------------------------------------|--|
| 27/08/02 | Filipinas | San Marcelino, Zambales | Dizon Copper Silver Mines, Inc. | Resíduos de minas e outros produtos químicos | Transbordamento e falha do vertedouro de duas barragens de rejeitos abandonadas após fortes chuvas | ? | | Lago Mapanuepe, rio Sto. Tomas | Rejeitos derramados e aldeias baixas inundadas por resíduos das minas; 250 famílias foram evacuadas; não houve relatos de feridos |
| 22/06/01 | Brasil | Sebastião das Águas Claras, Nova Limat, Minas Gerais | Mineração Rio Verde Ltda | Ferro | Falha na barragem de resíduos da mina | 0,60 | | Córrego Taquara | A onda de rejeitos percorreu pelo menos 6 km, matando pelo menos dois trabalhadores das minas, mais três trabalhadores desaparecidos |
| 18/10/00 | China | Condado de Nandan, Província de Guangxi | ? | ? | Falha da barragem de rejeitos | ? | | | Pelo menos 15 pessoas mortas, 100 desaparecidas. Mais de 100 casas destruídas. |
| 11/10/00 | Estados Unidos | Inez, Condado de Martin, Kentucky | Martin County Coal Corporation | Carvão | Falha de barragem de rejeitos por colapso de uma mina subterrânea abaixo do reservatório de lama | 0,95 | 250 milhões de galões (950.000 m3) de dejetos de carvão lançados em riachos locais | Rios Tug Fork e Big Sandy | Cerca de .120 km de rios e riachos contaminados, causando uma matança de peixes ao longo dos rios e alguns de seus afluentes. As cidades ao longo do Tug foram forçadas a desligar as suas entradas de água potável. |
| 08/09/00 | Suécia | Mina Aitik, Gällivare | Boliden Ltd. | Cobre | Falha da barragem de rejeitos devido à falta de permeabilidade do dreno do filtro | 4,00 | Libertação de 2,5 Mm3 de líquido para um tanque de sedimentação adjacente. Libertação subsequente de 1,5 Mm3 da bacia de sedimentação para o ambiente | Rio Vassara | A liberação de cobre para o meio ambiente foi de 23 kg em vez dos 6 kg comunicados pela empresa. |
| 10/03/00 | Romenia | Borsa | Remin S.A. | ? | Falha da represa após chuva pesada | 0,10 | 22.000 t de rejeitos contaminados com metais pesados | Córrego Vaser, afluente do rio Tisza | Contaminação do córrego Vaser, afluente do rio Tisza |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|-----------------------------------|---|---|--|------------------|---|--|---|
| 30/01/00 | Romenia | Baía Mare | Aurul S.A. (Esmeralda Exploration, Australia (50%), Remin S.A. (44.8%)) | Recuperação de ouro de rejeitos antigos | Falha da crista da represa dos rejeitos após o estouro causado da chuva pesada e da neve de derretimento | 0,10 | 100.000 m3 de líquido contaminado com cianeto | Riacho Somes/Szamos, afluente do Tisza River | Contaminação do riacho Somes/Szamos, afluente do rio Tisza, matando toneladas de peixes e envenenando a água potável de mais de 2 milhões de pessoas na Hungria |
| 26/04/99 | Filipinas | Placer, Surigao del Norte | Manila Mining Corp. (MMC) | Ouro | Derramamento de rejeitos de tubos de concreto danificados | | 700.000 toneladas de rejeitos de cianeto | | 17 casas enterradas, 51 hectares de plantação de arroz inundados |
| 30/12/98 | Espanha | Huelva | Fertiberia, Foret | Fosfato | Falha da barragem durante a tempestade | 0,05 | 50.000 m3 de água ácida e tóxica | | |
| 25/04/98 | Espanha | Los Frailes, Aznalcóllar | Boliden Ltd., Canada | Zinco, chumbo, cobre, prata | Falha na barragem por falha de fundação | 5,00 | 4 a 5 Mm3 de água tóxica e lama | Rio Agrio | Milhares de hectares de terras cobertas com chorume |
| 07/12/97 | Estados Unidos | Mulberry Fosfato, Condado de Polk | Mulberry Phosphates, Inc. | Fosfato | Falha da pilha de fosfogesso | 0,20 | 200.000 m3 de água de processo de fosfogesso | Rio Alafia | Biota do rio Alafia eliminada |
| 22/10/97 | Estados Unidos | Pinto Valley, Arizona | BHP Copper | Cobre | Falha da encosta da barragem de rejeitos | 0,23 | 230.000 m3 de rejeitos e rocha de mina | | Escoamento de rejeitos cobrem 16 hectares |
| 12/11/96 | Peru | Amatista, Nazca | ? | ? | Falha de liquefação de barragem de rejeitos do tipo upstream durante terremoto | 0,30 | Mais de 300.000 m3 de rejeitos | | Fluxo de cerca de 600 metros, derramamento em rio, lavouras contaminadas |
| 26/10/96 | Bolívia | El Porco | Comsur (62%), Rio Tinto (33%) | Zinco, chumbo, prata | Falha na barragem | | 400.000 toneladas | Rio Pilcomayo | 300 km do rio Pilcomayo contaminados |
| 24/03/96 | Filipinas | Marcopper, Ilha Marinduque | Placer Dome Inc., Canada (40%) | Cobre | Perda de rejeitos do poço de armazenamento através do antigo túnel de drenagem | 1,60 | | | Evacuação de 1200 residentes, 18 km de canais de rios cheios de rejeitos, US \$ 80 milhões de dano |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|---------------|----------------|--|---|-----------------|---|------------------|--|---|---|
| 01/12/95 | Nova Zelândia | Golden Cross | Coeur d'Alène, Idaho, USA | Ouro | Movimento da barragem contendo 3 milhões de toneladas de rejeitos | 0,00 | Nulo (até agora) | | Nulo (até agora) |
| 02/09/95 | Filipinas | Placer, Surigao del Norte | Manila Mining Corp. | Ouro | Falha na fundação da barragem | 0,05 | | | 12 pessoas mortas, poluição costeira |
| 19/08/95 | Guiana | Omai | Cambior Inc., Canada (65%), Golden Star Resources Inc., Colorado, USA (30%) | Ouro | Falha da barragem de rejeitos por erosão interna da barragem | 4,20 | 4,2 milhões de m3 de pasta de cianeto | Rio Essequibo | 80 km do rio Essequibo declarados como zona de desastre ambiental (ver detalhes) |
| 19/11/94 | Estados Unidos | Mina Hopewell, Condado de Hillsborough, Florida | IMC-Agrico | Fosfato | Falha na barragem | 1,90 | Cerca de 1,9 Mm3 de água de um tanque de decantação de barro | Rio Alafia | Derramamento nas zonas húmidas próximas e no rio Alafia, Keyville inundada |
| 02/10/94 | Estados Unidos | Mina da enseada de Payne, condado de Polk, Florida | IMC-Agrico | Fosfato | Falha na barragem | 6,80 | 6,8 Mm3 de água de um tanque de decantação de barro | Hickey Branch, afluente da enseada de Payne | Contaminação |
| 01/10/94 | Estados Unidos | Fort Meade, Florida | Cargill | Fosfato | ? | 0,76 | 76,000 m3 de água | Rio Peace | Derramamento no Peace River perto de Fort Meade |
| Junho de 1994 | Estados Unidos | IMC-Agrico, Florida | IMC-Agrico | Fosfato | Afundamento (sinkhole) em pilha de fosfogesso | 0,46 | | Águas subterrâneas | Liberação de gesso e água nas águas subterrâneas |
| 22/02/94 | África do Sul | Harmony, Merriespruit | Harmony Gold Mines | Ouro | Ruptura na parede da represa após fortes chuvas | 0,60 | | | Rejeitos percorridos 4 km a jusante, 17 pessoas mortas, danos extensivos ao município residencial |

| Data | País | Local | Empresa | Tipo de Minério | Tipo de Acidente | Lançamento (Mm3) | Composição do rejeito lançado | Rio ou Corpo D'água atingido | Impactos |
|----------|----------------|---|-----------------------------|-----------------|--|------------------|---|------------------------------|---|
| 14/02/94 | Austrália | Olympic Dam, Roxby Downs, South Australia | WMC Ltd. | Cobre, urânio | Vazamento da barragem de rejeitos durante 2 anos ou mais | 5,00 | Liberação de até 5 milhões de m3 de água contaminada no subsolo | ? | |
| 01/10/93 | Estados Unidos | Gibsonton, Florida | Cargill | Fosfato | ? | ? | | Enseada de Archie | Peixes mortos devido ao derramamento de água acidificada na enseada de Archie |
| 1993 | Peru | Marsa, Peru | Marsa Mining Corp. | Ouro | Insuficiência de barragem | ? | | | 6 pessoas mortas |
| 01/03/92 | Bulgária | Maritsa Istok 1, perto de Stara Zagora | ? | Cinzas | Falha na barragem por inundação na praia | 0,50 | | | ? |
| 01/01/92 | Filipinas | No.2 tailings pond, Padcal, Luzon, Philippines | Philex Mining Corp. | Cobre | Colapso da parede da barragem (falha da fundação) | | 80 milhões de toneladas | | ? |
| 23/08/91 | Canadá | Mina Sullivan, Kimberley, British Columbia | Cominco Ltd | Chumbo, zinco | Falha na barragem (liquefação na base de rejeitos durante a construção do aumento incremental) | 0,08 | | | O material deslizado estava contido numa lagoa adjacente |

APÊNDICE B - Principais Notas e Pareceres Técnicos emitidos pelo IBAMA⁶¹ ou instituições colaboradoras

| Data Nº doc. | Unidade Emitente | Assunto | Principais Recomendações/Encaminhamentos (⁶²) |
|-----------------------------------|--|---|--|
| 21/01/16 02001.000088/2016-51 | Coordenação Geral de Autorização de Uso da Flora e Floresta - CGAUUF | Análise do Plano apresentado pela empresa Samarco em atendimento à notificação 8261/E. | Apresentar o Plano Recuperação Ambiental, de maneira mais aprofundada, considerando todos os apontamentos levantados em relação às informações prestadas. |
| 29/02/16 001/2016 | Gabinete da Presidência | Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta Relativo ao Rompimento da Barragem do Fundão em Mariana/MG | Conhecer, por meio de estudos técnicos, os danos decorrentes do desastre para definição das medidas de reparação do meio ambiente ou das medidas compensatórias cabíveis. Estabelecer programas de monitoramento e de gerenciamento para acompanhar a evolução dos principais parâmetros ambientais e avaliar a efetividade das ações. |
| 31/03/16 02001.000606/2016-36 | Coordenação Geral de Monitoramento Ambiental - CGMAM | Cálculo da área de preservação permanente (APP) atingida pelos rejeitos proveniente do rompimento da barragem - bacia dos Rios Gualaxo do Norte e do Carmo. | Como resultado encontrou-se um total de 835,385 hectares de áreas de preservação permanente afetados pelo arrasto dos rejeitos provenientes do rompimento da Barragem do Fundão. |
| 04/05/16 02001.000869/2016-45 | CGFAP | Recomendação de Proibição da pesca no Rio Doce | Reitera ao MMA recomendação de paralisação total da pesca na região hidrográfica do rio doce por tempo indeterminado em razão dos efeitos do desastre |
| 29/06/16 02001.001235/ 2016-18 | Gabinete da Presidência/ | Análise do atendimento às deliberações nº 3 do CIF | Apresenta lista de notificações a serem lavradas pelo Ibama à Samarco e sugere-se ciência aos membros do Comitê Interfederativo. |
| 29/06/16 02001.001242/ 2016-10 | Gabinete da Presidência | Complementação à Nota Técnica 02001.001235/2016-18 | Apresenta quadro de sugestões de notificações referentes aos itens considerados "não atendidos" pelo Ibama, referentes à Deliberação CIF nº 3 de 07 de junho de 2016. |

⁶¹ Fonte: site do IBAMA, em 01/05/17

⁶² Resumo adaptado, conforme respectivos documentos técnicos

| | | | | |
|------------|----------------------|---|---|---|
| 18/03/16 | 006/2016 | Centro Tamar/ APA Costa da Algas/ Rebio de Combios/ RVS de Santa Cruz | Relato das informações apresentadas pelos pesquisadores da UFES e FURG quanto à contaminação de organismos marinhos na costa capixaba e suas implicações na proibição de pesca de camarão e demais recursos pesqueiros na região marinha próxima à foz do Rio Doce. | a) manter proibição da pesca na foz do Rio Doce; b) continuar monitoramento da presença de metais pesados na água e no sedimento e pesquisas de ecotoxicidade; c) envolver a ANVISA e demais órgãos competentes nas análises e discussões; d) envolver grupos de pesquisa especializados para avaliação quanto à presença de contaminantes; e) envolver instituições relacionadas à gestão da pesca; f) buscar o ajuste da compensação aos pescadores; g) avaliar se a presença de metais nos organismos existentes fora da área de proibição a pesca está relacionada ao rompimento da barragem e aporte da pluma de rejeitos |
| 01/09/2016 | 001/2016 | CTFLOR | Encaminhamentos da 4ª Reunião da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água ocorrida na SUPES/MG, em 11/08/2016 | 1. Repasse das recomendações da CT-FLOR ao CIF; 2. Apresentação de proposta de TR das áreas prioritárias para o plantio compensatório de 40.000 hectares (Cláusula 161 do TTAC); 3. Apresentação do programa Cultivando Água Boa; 4. Informes sobre próximas etapas da Operação Águas; 5. Discussão sobre as novas atribuições da CT-FLOR (Cláusulas 175 e 184), conforme Art. 6º da Deliberação nº 7 de 11/07/2016. 6. Discussão sobre a Cláusula 162. |
| 09/03/2017 | 02001.000475/2017-78 | CORAD/DBFLO | Proposta de entendimento sobre área de recarga para efeito das ações a serem implementadas no âmbito do TTAC, Subseção II.2: Programa de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de recarga da Bacia do Rio Doce. | Considera área de recarga potencial toda a área variável de afluência, na bacia, com os recortes a serem definidos em campo, na fase de elaboração dos projetos, por propriedade e/ou microbacia, conforme critérios de priorização; Aspectos geomorfológicos, devem ser considerados para auxiliar na eleição de áreas prioritárias para a recarga; Priorizar aspectos do uso e ocupação do solo e da paisagem, a existência de solo degradado, fontes de erosão e sem cobertura vegetal; Zonas ripárias, relevantes na formação de corredores ecológicos, são indicadores importantes para biodiversidade e perpetuidade das áreas reflorestadas; Priorizar áreas que potencializam a infiltração hídrica, de maior fragilidade e maior susceptibilidade ao escoamento superficial da água, não apenas na restauração florestal, como na conservação do solo e no controle de processos erosivos. |
| 26/04/2017 | 02001.000489/2017-91 | DBFLO | Consolidação das discussões ocorridas na CT-FLOR acerca das diretrizes e modalidades a serem adotadas no Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP), definido pelas cláusulas 161 e 162 | Define as diretrizes básicas orientadoras para a elaboração completa do PRAPP para sua elaboração segundo modalidades acordadas em obediência à cláusula 161 do TTAC. Assim, as informações deverão ser repassadas à Fundação RENOVA para que esta elabore o PRAPP, sendo concedido prazo de quarenta dias para elaboração do termo de referência do edital. Após sua elaboração, o TR deverá ser apresentado para a CT-FLOR, para aprovação pelo CIF. |

| Data | Nº doc. | Unidade Emitente | Assunto | Principais Recomendações/Encaminhamentos ⁽⁶³⁾ |
|----------|----------------------|--|---|---|
| 01/01/16 | Sem número | SUPES/SP, RJ, MG, DF, CE, PR e DBFLOR | Relatórios de análises de amostras de água coletadas na região da foz do Rio Doce, e outros relatórios, para avaliar se a retomada da pesca de camarão, a partir de 15/01/16, apresenta riscos ambientais decorrentes de efeitos do acidente de Mariana/MG. | Quanto a pesca : recomenda que a área de deposição de sedimentos e de influência direta da pluma seja interditada à pesca por tempo indeterminado, para garantir a conclusão dos estudos e caracterização do impacto. Quanto à segurança para consumo alimentar de recursos pesqueiros capturados na área, recomenda que órgãos competentes (MAPA, ANVISA e IDAF-ES) sejam mobilizados para coleta e análise de sanidade pesqueira nos produtos oriundos da área, em especial ao camarão e espécies detritívoras. Quanto às atividades de monitoramento : são necessárias análises na água de teor de Cr, Sr, Ni, V, Se, salinidade, teor de clorofila, teor de N amoniacal total, teor de nitrato, teor de nitrito, teor de fosfato e fósforo total; realizar análises de metais e outros parâmetros (analogamente no sedimento) e material particulado suspenso; utilizar procedimentos que aumentem a precisão de leitura e redução de potenciais interferências nas análises de metais em água por ICPEAS, ou utilizar a técnica de ICP-MS; revisar a determinação dos limites de quantificação e de detecção dos parâmetros analisados; Aumentar o número de amostras de sedimento para uma avaliação representativa e incluir no monitoramento a determinação dos metais V, Mn, Mg, Fe, Al, Ba e o potencial de oxiredução, bem como S, sulfeto e P total; realizar estudos de biodisponibilidade, especiação de metais e mobilidade c/ extração sequencial. |
| 29/01/16 | 02013.000007/2016-83 | Núcleo de Fauna - - NUFUNA/MT | Analisar o atendimento à Notificação nº 9684/E, que trata de análise diária de turbidez da água do rio Doce. | Sugere-se manter exigência de coleta e análises diárias em todos os 22 pontos indicados e que a entrega das informações impressas seja semanal, facilitando-se sua instrução processual. |
| 29/01/16 | 02024.000023/2016-47 | Núcleo de Geoprocessamento - Atendimento à Notificação nº9668-E - NUGEO/RO | Atendimento à Notificação nº9668-E | Recomenda-se a solicitação de mapas georreferenciados da área, por ano, com a localização de todos os instrumentos de medições e monitoramento das barragens, indicando status (funcionais, inativos, citados ou não em carta de risco; avaliados ou não na auditoria; situação – normal, alerta ou emergência), visando melhor compreensão dos relatórios de auditoria. |

⁶³ Resumo adaptado, conforme respectivos documentos técnicos

| | | | |
|----------|--------------------------------|--|--|
| 01/02/16 | 02015.000008/2016-16 NUPAEM/MG | Atendimento à Notificação nº 8261/E, que trata da apresentação de um Plano de Recuperação Ambiental das Áreas Atingidas, nos estados de MG e ES. | Considerando o que foi determinado como prazo para a entrega do Plano de Recuperação Ambiental, o dia 17 de fevereiro de 2016, entende-se que a notificação foi atendida do ponto de vista formal. Contudo, deve-se aguardar a entrega do novo documento para que se proceda sua análise e aprovação. |
| 01/02/16 | 02015.000009/2016-52 NUPAEM/MG | Atendimento à Notificação nº 29552-E, que trata da apresentação de planos e cronograma de construção da adutora em Governador Valadares, bem como apresentação de relatório detalhado da construção até sua conclusão. | Tendo em vista os documentos protocolados referente a construção da adutora em Governador Valadares, entende que a Notificação nº 29552-E foi atendida. Para comprovar tal atendimento, sugere oficial o SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto para que apresente o Termo de Recebimento da adutora, de forma a validar a cópia apresentada pela Notificada. Sugere ainda vistoria com a finalidade de verificar a construção e o funcionamento da adutora. |
| 01/02/16 | 02015.000010/2016-87 NUPAEM/MG | Atendimento à Notificação nº 9675-E, que trata da apresentação do Plano de Ação proposto no uso de floculantes no tratamento da água com alta turbidez de leito de rio. | Foi proposto e autorizado pelo IBAMA a repetição da aplicação do floculante, pelo período de 48 horas, no caso da turbidez igual ou superior a 10.000 UNT a jusante da barragem. A empresa deve a data e horário da nova aplicação. |
| 01/02/16 | 02015.000011/2016-21 NUPAEM/MG | Conhecer a composição química do resíduo da barragem afim de verificar a presença de metais pesados, compostos tóxicos, corrosivos ou reativos que se caracterizem como substâncias perigosas. | A empresa atendeu a notificação dentro dos prazos estabelecidos e apresentou as informações solicitadas. Quanto às discrepâncias dos limites máximos permitidos da presença dos minerais Fe e Mn nas áreas a jusante da barragem, sugere-se estudos mais aprofundados quanto aos perigos e riscos ao meio ambiente e às populações impactadas, afim de orientar as providências para mitigar ou neutralizar os danos causados. |
| 01/02/16 | 02015.000012/2016-76 NUPAEM/MG | Apresentação do grupo de especialistas independente, visando normalização do abastecimento público das comunidades atingidas | Considera a Notificação nº 9667-E atendida. No entanto, sugere que o processo seja apensado ao de nº 02015.002420/2015-81, que trata do Plano de Ação proposto no uso de floculantes para tratamento da alta turbidez do rio. |

| | | | |
|----------|---|---|--|
| 01/02/16 | 02015.000017/2016-07 NUPAEM/MG | Apresentação dos Planos de Monitoramento dos laboratórios Limnos e Aplysia para coleta e análises de amostras na área impactada pela ruptura da barragem de rejeitos de Fundão. | Conforme consta no Relatório de Fiscalização (fl. 102, e verso), foi identificada a presença dos Planos de Monitoramento oferecidos pela empresa em outro processo (PA 02015.002417/2015-68), os quais deverão ser dele desentranhados e juntados a este sob análise para sua perfeita instrução processual. Notificação nº 9670/E atendida, devendo o presente processo ser encaminhado à DITEC -MG para ações necessárias. |
| 01/02/16 | 02015.000018/2016-43 NUPAEM/MG | Atendimento à Notificação nº 9682-E. | A empresa atendeu a notificação, apresentando os documentos requeridos dentro do prazo estipulado, informando a mudança de códigos nos nomes e se prontificando a apresentar qualquer documentação adicional necessária se solicitada. |
| 01/02/16 | 02015.000022/2016-10 NUPAEM/MG | Apresentação de dados acerca de animais domésticos e silvestres resgatados na área impactada pela ruptura da barragem de rejeitos de Fundão. | Entende que a Notificação nº 9674/E vem sendo atendida, uma vez que a empresa fornece os dados com regularidade semanal. Sugere que a empresa mantenha a regularidade das informações até que todos os animais tenham sido adequadamente destinados, confirmando-se a quantidade de animais vivos ainda sob seus cuidados, bem como os números de devolvidos aos donos, mortos, eutanasiados ou fugitivos do Centro de Triagem – Galpão Mariana. |
| 04/02/16 | 02015.000025/2016-45 NUPAEM/MG | Atendimento às Notificações nº 9671/E e nº 9676/E, que trata de informações sobre plano de monitoramento de coleta e análises de água e outras matrizes ambientais nos cursos d'água atingidos pelo rompimento da Barragem do Fundão. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Apresentar um relatório com os dados disponíveis consolidados; 2) Atender diretrizes gerais do plano de monitoramento <ol style="list-style-type: none"> I - Diagnóstico ambiental (documento lista o que deverá contemplar). II - Planejamento do formato e execução do novo Plano de Monitoramento ambiental (documento lista o que deverá contemplar). 3) Associar monitoramento aos demais estudos realizados; 4) Elaborar banco de dados com as informações em formato editável. |
| 11/08/16 | 02022.000443/2016-43 Coordenação de Produção de Petróleo e Gás - CPROD | Atendimento da Resposta ao Ofício. Nº 02015.000537/2016-10 em atendimento à Notificação Nº 9671/E e análise dos dados disponibilizados pela Samarco. | <ol style="list-style-type: none"> a) Manter atendimento a Notif. Nº 9671/E até a aprovação do novo plano de monitoramento; b) Realizar as análises (sedimento e água); c) Verificar e corrigir os dados lançados; d) Apresentar relatório mensal com os dados disponíveis consolidados; e) Entregar documentos: Diagnóstico Ambiental, Projeto do estudo do Material Particulado em Suspensão, Estudo complementar relativos ao coloide, Estudo de correlação com floculantes e outros insumos utilizados no processo de mineração, Projeto do estudo de Bioacumulação, Projeto do estudo Geoquímico; f) Plano de monitoramento que atenda às exigências deste órgão. |

