Universidade de São Paulo
Josianne Cláudia Sales Rosa

Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração:
Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos

São Paulo
2014

Josianne Cláudia Sales Rosa

Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração:
Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Engenharia Mineral da Escola
Politécnica, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
mestre em Ciências.

Área de concentração:
Engenharia Mineral

Orientador:
Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo
2014

Josianne Cláudia Sales Rosa

Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração:
Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Engenharia Mineral da Escola
Politécnica, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
mestre em Ciências.

São Paulo

2014

Para os meus pais pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

À meu orientador Luis Enrique Sánchez, pelos ensinamentos, confiança, dedicação na condução desta pesquisa e principalmente por sempre me orientar nos momentos mais confusos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP por financiar esta pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior - CAPES por me conceder uma bolsa de estudos. À minha ex. orientadora da PUC Minas, professora Denise de Castro, por me incentivar a começar o mestrado, por manter as discussões conceituais ao longo desses 2 anos e principalmente pela amizade construída. Aos meus antigos professores da PUC Minas, especialmente professor Henrique Paprocki, pelo incentivo em começar o mestrado e pelo apoio ao longo da pesquisa, sempre disponível para discussões conceituais sobre ecologia. Às comunidades atingidas de Conceição do Mato Dentro, por me concederem entrevistas, me acompanharem nas visitas em campo, e por me receberem sempre com um café novinho! À empresa Anglo American, por me receber, fornecer dados e entrevistas ao longo da pesquisa. À todas as pessoas que trabalham no departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da USP, pelo apoio e agradável convivência. Ao professor Evandro Moretto e a professora Rozely dos Santos pelas críticas e contribuições apresentadas no exame de qualificação. Ao Tiago Pinheiro pela confecção do mapa de localização do empreendimento e comunidades atingidas. Às minhas companheiras de trabalho Ana Paulo Dibo e Carla Duarte pela revisão final do texto e contribuições. À minha família por me apoiar e entender minhas ausências. Aos meus amigos de São Paulo, por tornar minha nova vida nessa cidade mais fácil e agradável. Aos amigos de Belo Horizonte, pelo apoio e incentivo mesmo à distância.

RESUMO

A aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos ambientais (AIA) pode resultar em uma análise integrada dos efeitos sociais e ambientais de projetos e contribuir para solução de algumas das deficiências recorrentes da prática de AIA. Com objetivo de testar a aplicabilidade de uma abordagem de serviços ecossistêmicos (ASE) foi selecionado um projeto de uma nova mina de ferro, em Minas Gerais. O estudo de impacto ambiental (EIA) desse projeto foi elaborado segundo uma perspectiva tradicional, focada nas perdas ou danos potenciais aos recursos ambientais e culturais e suas respectivas mitigações. O projeto está localizado em uma região prioritária para conservação da biodiversidade e a sua população afetada é principalmente composta por agricultores de subsistência sem acesso a saneamento básico e outros serviços públicos. A coleta de dados foi feita mediante análise documental (EIA e seus complementos) e avaliações expeditas de campo (observação direta e *mini surveys*). A análise dos resultados se deu por meio da comparação entre os resultados obtidos pelo teste e as etapas do processo de AIA. Os resultados apontam que a ASE: (1) proporciona uma análise integrada dos impactos sobre os meios físico, biótico e social; (2) pode melhorar a determinação do escopo do EIA e consequente identificação e avaliação dos impactos; (3) permitiu identificar impactos adversos significativos que não foram descritos no EIA; (4) facilita a identificação e avaliação de impactos cumulativos; que: (5) nem todos os impactos identificados normalmente pela AIA podem ser identificados pela ASE; e (6) a escala de análise e coleta de dados da ASE deve ser de detalhe, considerando especialmente os beneficiários dos serviços impactados. O teste também permitiu identificar as limitações da ASE, que se dão principalmente devido à sua inerente complexidade, à falta de consolidação do conceito e à dificuldade de analisar alguns serviços, principalmente os reguladores. Apesar da complexidade da ASE, a integração do conceito de serviços ecossistêmicos à prática atual de AIA poderá promover uma reestruturação de algumas de suas etapas. Tal reestruturação conduz a uma melhor análise de impactos, desde que esta seja realizada de maneira integrada e em escala compatível com a identificação detalhada dos serviços e seus beneficiários.

Palavras-Chave: estudo de impacto ambiental; qualidade de vida humana; mineração.

ABSTRACT

The integrated analysis of the social and biophysical impacts of a project, called herein ecosystem services approach (ESA) can overcome perceived shortcomings of the current environmental impact assessment (EIA) practice. Aiming at testing this approach, the EIA of a new iron ore mining project in Brazil was reviewed. The environmental impact study (EIS) filed in compliance with legislation was prepared under a "traditional" approach, focused on the potential loss or harm to environmental and cultural resources. The project is located in a region of high biodiversity conservation value. The affected population is mainly composed of subsistence farmers with poor access to social services. Data was collected through document analysis (EIS and its supplements) and rapid appraisal (direct observation and mini surveys). Findings were discussed in relation to the literature on the main steps of the EIA process. It was found that the ESA: (1) provides for biophysical effects to be described in integration with social impacts; (2) can improve scoping with consequent gains in impact identification and analysis; (3) can identify impacts not described in the EIS; (4) facilitates the identification of cumulative impacts; and (5) not all impacts identified in the EIS can be identified by the ESA; (6) the scale of data collection and analysis in the ESA should be detailed and focused in the beneficiaries of the affected ecosystem services. The test also led to the identification of limitations in the approach. They are mainly due to its inherent complexity, the lack of conceptual consolidation and the difficulties of analyzing some ecosystem services, especially regulating services. Despite these limitations, the inclusion of ecosystem services in EIA practice could lead to improvements in impacts analysis, provided that the approach is conducted in an integrated way and adopts detailed scales.

Key words: environmental impact study, well-being human and mining

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Relação entre os ecossistemas e a sociedade	18
Figura 2: Relação entre serviços ecossistêmicos e qualidade de vida humana.....	21
Figura 3: Diferença entre serviços ecossistêmicos intermediários e finais.....	23
Figura 4: Quadro conceitual que demonstram a ligação entre integridade ecológica, fornecimento e demanda de serviços ecossistêmicos.	24
Figura 5: Serviços ecossistêmicos como parte do ciclo de gestão adaptativo do “Driver-Pressure-State-Impact-Response”.	26
Figura 6: Ligação entre os passos do processo de avaliação de impactos e o conceito de serviços ecossistêmicos por meio do “DPSIR”.	27
Figura 7: Quadro conceitual para avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos	29
Figura 8: Quadro conceitual para avaliação de impactos de projeto e sua dependência sobre serviços ecossistêmicos.....	31
Figura 9: Esquema para priorização de serviços ecossistêmicos relevantes de acordo com o potencial de impactos do projeto nos beneficiários.	33
Figura 10: Significância expressada em função da magnitude do impacto e a importância/sensibilidade dos recursos ou dos receptores.	37
Figura 11: Avaliação da significação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos baseado na dependência dos beneficiários.	38
Figura 12: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e AIA, etapa de planejamento do EIA.	40
Figura 13: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e abordagem tradicional brasileira, durante a etapa de execução do EIA. As setas pontilhadas representam a lista de atividades planejadas do projeto.....	41
Figura 14: Sumário dos passos da pesquisa, relacionados à fonte de dados e resultados obtidos.	46

Figura 15: Sistema de avaliação da significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos por meio da avaliação da magnitude dos impactos associada a vulnerabilidade de seus beneficiários.....51

Figura 16: População afetada pelo empreendimento. Cada domicílio é representado por um ponto amarelo. Os círculos azuis representam as comunidades visitadas ao longo do trabalho de campo. Neste mapa está representado apenas os primeiros cinco anos de exploração da cava.54

Figura 17: Estruturas do projeto, comunidades afetadas e principais cursos d'água afetados58

Figura 18: Esquematização dos resultados, de acordo com as etapas da ASE61

Figura 19: À esquerda vista do topo da Serra do Sapo, apresentando o afloramento quartzítico, a cidade de Conceição do Mato Dentro aparece ao fundo. À direita outra região da Serra do Sapo, demonstrando a vegetação típica dos campos rupestres sobre canga, especialmente uma população bastante antiga de canela de ema (*Vellozia sp*).....64

Figura 20: Matriz de sistematização dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados por meio da análise da relação de causa e efeito74

Figura 21: Comunidade de Água Quente. À esquerda superior, o córrego Passa Sete antes da instalação do projeto (MMX/ BRANDT, 2007 p.345). À direita superior, ponte do córrego Passa Sete, a jusante da barragem de rejeitos, divisa dos municípios Alvorada de Minas e Conceição do Mato Dentro (foto tomada em 02/2013). À esquerda central vista do córrego Pereira dentro de uma propriedade rural, a jusante da barragem de rejeito, local onde era utilizado para o dessedentação de animais (foto tomada 02/2014). À direita central a montante da comunidade Água Quente, apresenta-se em processo de instalação a porção final da adutora de água (foto tomada em 02/2014). À esquerda inferior, o Córrego Pereira, próximo ao ponto de encontro com o córrego Passa Sete, morador local demonstrando o assoreamento do leito do rio, único ponto de abastecimento de sua residência (foto tomada em 02/1014). À direta inferior vista geral da comunidade de Água Quente, próxima ao córrego Passa Sete (foto tomada em 02/2013).84

Figura 22: Distrito de São Sebastião de Bom Sucesso. À esquerda superior, vista do planta de beneficiamento do empreendimento a partir da estrada que dá acesso à sede da comunidade (foto tomada em 02/2014). À direta superior, vista da serra que será explotada a partir da sede da comunidade, no primeiro plano uma escola pública. À esquerda central, nascente na serra a ser explotada, onde é captada a água para toda comunidade. À direita central, localidade Cabeceira do Turco, ao fundo nota-se a extremidade da serra a ser explotada (foto tomada em 02/2013). À

esquerda inferior a comunidade Turco onde o mineroduto está sendo instalado (foto tomada em 02/2014). À direita inferior vista da serra que será explotada da comunidade do Turco (Foto tomada em 02/2014).86

Figura 23: Distrito de Dom Joaquim. À esquerda as instalações do sistema de captação de água no rio do Peixe e à direita a comunidade88

Figura 24: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio físico descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados91

Figura 25: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio biótico descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados92

Figura 26: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio social descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados93

Figura 27: Desenho esquemático da condição atual da serra do Sapo e possível condição futura, com rebaixamento de lençol freático. 115

Figura 28: Descarga de esgoto sanitário sem tratamento, proveniente de alojamentos de empresas terceirizadas em córregos do entorno de empreendimento. 118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Passos do Guia de Revisão de serviços ecossistêmicos para Avaliação de impactos	32
Quadro 2: Comparação entre os critérios utilizados para priorização de serviços ecossistêmicos, por cinco casos de EIAs que atendem os padrões de desempenho socioambientais da IFC	35
Quadro 3: Sistematização dos passos metodológicos da pesquisa.	45
Quadro 4: Identificação dos ecossistemas afetados de acordo com cada estruturas do projeto.	63
Quadro 5: Ecossistemas afetados e seus serviços de acordo com informações do EIA e seus complementos	69
Quadro 6: Síntese da saturação das respostas dos questionários	78
Quadro 7: Síntese da identificação dos beneficiários afetados	80
Quadro 8: Sistematização de informações para identificação dos serviços ecossistêmicos prioritários.	95
Quadro 9: Sistematização da priorização de serviços ecossistêmicos de acordo com o projeto.	99
Quadro 10: Descrição dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.	102
Quadro 11: Síntese da saturação das entrevistas sobre vulnerabilidade dos beneficiários afetados da comunidade de Água Quente.	105
Quadro 12: Síntese da saturação das entrevistas sobre vulnerabilidade dos beneficiários da comunidade do Sapo.	106
Quadro 13: Significância do impacto: Ocupação de terras cultiváveis e pastagens	107
Quadro 14: Significância do impacto: Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão.....	108
Quadro 15: Significância do impacto: Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento	109

Quadro 16: Significância do impacto: Assoreamento de pequenos tanques e barragens ao longo de córregos utilizados para criação de peixes.....	110
Quadro 17: Significância do impacto: Perda de áreas utilizadas para coletar lenha e madeira.	111
Quadro 18: Significância do impacto: Impedimento de acesso a áreas que eram utilizadas para coletar lenha e madeira.....	111
Quadro 19: Significância do impacto: Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico.....	113
Quadro 20: Significância do impacto: Perda de nascentes utilizadas para abastecimento doméstico devido abertura da cava ou aumento de demanda causado pelo projeto.	115
Quadro 21: Significância do impacto: Alteração da qualidade da água, devido diminuição da vazão hídrica, o que faz aumentar a concentração de esgoto sanitário descarregado pelas próprias comunidades.....	117
Quadro 22: Significância do impacto: Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto	119
Quadro 23: Significância do impacto: Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidades naturais.....	120
Quadro 24: Significância do impacto: Perda de produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água.....	122
Quadro 25: Significância do impacto: Diminuição da renda obtida pela venda de produção excedente.....	122
Quadro 26: Significância do impacto: Queda da atividade pesqueira.	123
Quadro 27: Significância do impacto: Perda de fonte de proteínas.....	123
Quadro 28: Significância do impacto: Aumento dos custos para manutenção de moradias.....	124
Quadro 29: Significância do impacto: Aumento dos custos de produção de doces e alimentação diária.	125

Quadro 30: Significância do impacto: Comprometimento de todos os usos da água por populações locais.....	126
Quadro 31: Significância dos impactos descritos no EIA da mina Sapo-Ferrugem.	127
Quadro 32: Equivalência entre a significância dos impactos sobre serviços prioritários e a significância de impactos descritos no EIA.	129
Quadro 33: Sistematização da análise das medidas de mitigação descritas no EIA para impactos identificados também pela ASE.	131
Quadro 34: Resumo das vantagens e limitações da aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos.....	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Casos de EIAs que realizaram avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos.	34
Tabela 2: Uso do solo da ADA por tipo de estrutura do empreendimento (em hectares).	62
Tabela 3: Qualidade da água aferida pelo EIA em 2006.	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE - Abordagem Ecológica

AEM - Avaliação Ecológica do Milênio

AIA - Avaliação de Impactos Ambientais

ASE - Abordagem de Serviços Ecológicos

CDB - Convenção da Diversidade Biológica

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DPSIR - Driver-Pressure-State-Impact-Response

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ESIAs - Environmental and Social Impact Assessments

FESP - Framework for Ecosystem Service Provision

IFC - International Finance Corporation (Corporação Financeira Internacional)

Iphan - Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

LP – Licença Prévia

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

MPE- Ministério Público Estadual

MPF- Ministério Público Federal

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente

ZEE/MG - Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais

SUMÁRIO

1- Introdução.....	16
2- Os ecossistemas e a sociedade	18
2.1- O emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos	25
2- 2. A Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e a tradicional avaliação de impactos ambientais	39
3- Objetivo.....	43
4- Metodologia e etapas de pesquisa	44
4-1. Critérios para identificação dos ecossistemas afetados e seus serviços	46
4-2. Critérios para identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados.....	48
4-3. Critérios para determinação dos serviços ecossistêmicos prioritários	48
4-4. Critérios para avaliação da significância dos Impactos sobre os serviços ecossistêmicos	50
4-5. Critérios para análise das medidas de mitigação descritas no EIA.....	52
4-6. Desenvolvimento dos trabalhos em campo.....	52
4-6.1. Primeira etapa do trabalho de campo	53
4-6.2. Segunda etapa do trabalho de campo	55
5- Caracterização do caso de estudo	56
5-1. A mina Sapo-Ferrugem e as comunidades afetadas	57
5-2. Status do licenciamento ambiental e principais conflitos	59
6- Resultados.....	61
6-1. Identificação e caracterização dos ecossistemas afetados e seus serviços	62
6-1.1.Caracterização dos ecossistemas afetados	63
6-1.2. Identificação dos serviços dos ecossistemas afetados.....	67
6-2. Identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus beneficiários	72
6-2.1 Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados	72
6-2.2. Identificação dos beneficiários afetados	78
6-3. Comparação entre as abordagens: Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados versus impactos descritos no EIA.....	88
6-4. Serviços ecossistêmicos prioritários.....	94

6-4.1. Serviços ecossistêmicos prioritários para as comunidades locais.....	94
6-4.2. Serviços ecossistêmicos prioritários para o projeto.....	98
6-5. Avaliação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.....	100
6-5.1. Descrição dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.....	100
6-5.2. Avaliação da significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.....	102
6-5.2.1. Avaliação da vulnerabilidade dos beneficiários afetados	103
6-5.2.2. Impactos diretos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.	107
6-5.2.3. Impactos indiretos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.	120
6-6. Comparação entre a significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários e a significâncias dos impactos descritos no EIA	126
6-7. Análise da mitigação dos impactos identificados pelo EIA e pela ASE.....	130
7- Discussão	133
7-1. Principais dificuldades encontradas e limitações da pesquisa.....	133
7-2. Prática atual de AIA versus ASE.....	136
7-3. Vantagens e limitações da ASE	143
7-3.1. Vantagens da aplicação do conceito de serviço ecossistêmico em avaliação de impactos	144
7-3.2. Limitações da aplicação do conceito de serviços ecossistêmico em avaliação de impactos	148
7-4. Análise adicional ou conceito integrador?	150
8- Conclusões	152
9- Referências.....	153
10- Apêndices.....	161
11- Anexos	175

1- Introdução

As principais deficiências da prática de Avaliação de Impactos Ambientais - AIA estão relacionadas geralmente com; determinação inadequada de escopo; fragmentação de estudos ambientais, incompleta identificação de impactos, pobre avaliação de significância (BAKER et al 2013; POPE et al. 2013; MORGAN, 2012; LAWRENCE, 2006 dentre outros). Essas deficiências geram Estudos de Impactos Ambientais - EIAs, incompletos e pouco analíticos, do ponto de vista que tais estudos, geralmente não utilizam as informações do diagnóstico ambiental na identificação, previsão e avaliação da significância dos impactos. Como consequência o processo normativo de licenciamento ambiental associado à AIA sofre críticas que vão desde aquelas que entendem que o processo é longo e custoso, transformando-se em “obstáculo” ao desenvolvimento econômico, até aquelas que o denunciam como “demasiado complacente” com empreendimentos e empresas que causam significativa degradação ambiental e injustiças sociais.

Uma das propostas de inovação que buscam fortalecer os EIAs, induzida pelas recomendações da Convenção da Diversidade Biológica (CDB, 2004) e pelos novos Padrões de Desempenho Socioambiental da Corporação Financeira Internacional (IFC, 2012), é baseado no emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à AIA (LANDSBERG et al., 2013), chamada nesta pesquisa como Abordagem de Serviços Ecossistêmicos – ASE. A ASE representa, portanto, uma tentativa de avaliação integrada dos impactos sociais e ambientais de uma intervenção planejada (LANDSBERG et al. 2013; SLOOTWEG et al. 2010).

Procurando testar a aplicabilidade do conceito de serviços ecossistêmicos à prática de AIA de grandes projetos, o EIA de um projeto de mineração, foi revisado. A análise dos resultados desta pesquisa é baseada na comparação entre resultados obtidos pelo teste, e as etapas fundamentais da prática de AIA, representado pelo EIA do projeto de mineração. Embora tenham sido consideradas referências metodológicas sobre a AIA, o objetivo da pesquisa está centrado, na comparação da ASE com a prática de AIA do Brasil, considerando, portanto, suas principais deficiências.

O desenvolvimento do conceito de serviços ecossistêmicos e sua possível aplicação no processo de avaliação de impactos são apresentados na segunda seção deste trabalho, por meio de uma revisão bibliográfica. Essa revisão é

finalizada com a apresentação de uma comparação entre a ASE e a AIA. Na terceira seção delimita-se o objetivo da pesquisa, seguido pela descrição da metodologia na quarta seção. A pesquisa é baseada em um estudo de caso único, apresentado na quinta seção. Na sexta seção são apresentados os resultados, que são discutidos na sétima seção, na qual são elucidadas as principais dificuldades da pesquisa, as diferenças entre a ASE e a prática de AIA no Brasil e as vantagens e limitações do emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos. Na oitava seção são apresentadas as conclusões da pesquisa, destacando as possíveis contribuições do conceito de serviços ecossistêmicos para preencher as atuais lacunas da prática de avaliação de impactos. Resultam dessa análise recomendações para aplicação prática do conceito em contextos de avaliação de impactos.

2- Os ecossistemas e a sociedade

A ideia de que a natureza auxilia a manutenção da humanidade já era relatada em 1864, por George Marsh que criticou a ideia de que os recursos da natureza são infinitos, demonstrando que o desmatamento causa perda de fertilidade do solo e queda da disponibilidade hídrica (MOONEY e EHRLICH, 1997). Ainda segundo esses autores, em 1940 Aldo Leopold também relatava fatos que atualmente são chamados de serviços ecossistêmicos como, o controle de pragas. Com o desenvolvimento da ecologia, os estudos sobre as funções dos ecossistemas¹ entre 1960 e 1970 são aprofundados, especialmente sobre o ciclo do carbono, da água e de nutrientes. Entretanto, a ideia de que essas funções servem a humanidade foi primeiramente descrita como serviços ambientais em 1970 (MOONEY e EHRLICH, 1997) e posteriormente foi chamada de funções ecossistêmicas por de Groot (1992) que demonstrou a relação explícita dessas funções com a sociedade (Figura 1).

Portanto, os ecossistemas sustentam as necessidades humanas por meio de bens e serviços ao mesmo tempo em que representa riscos naturais. Por outro lado, o desenvolvimento da sociedade implica impactos ambientais sobre os ecossistemas, assim como a sociedade promove um processo de gestão dos ecossistemas (figura 1).

Figura 1: Relação entre os ecossistemas e a sociedade

Fonte: de Groot, (1992)

O aumento da degradação ambiental das últimas décadas induziu a integração entre as ciências econômicas e ecológicas (ANDRADE, 2010),

¹ “Um ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microorganismos e do meio ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional. Os humanos são uma parte integral dos ecossistemas. Os ecossistemas variam muito em tamanho; uma poça de água na cavidade de uma árvore e uma bacia oceânica, podem ser ambos exemplos de ecossistemas” (ALCAMO, 2003 p. 12, tradução nossa).

constituindo o campo da economia ecológica², ainda na década de 1990. Neste campo a noção de que a natureza provê recursos que satisfazem as necessidades humanas eram discutidas dentro do conceito de capital natural (COSTANZA e DALY, 1992). O conceito de capital utilizado por tais autores prevê que estoques de bens e serviços dos ecossistemas são diretamente relacionados com a integridade estrutural e funcional destes.

Toda a preocupação ambiental deste período, associado ao entendimento das relações entre a sociedade e os ecossistemas induziram a discussão sobre as necessidades de mudanças do modelo desenvolvimento, o que fez surgir a noção de sustentabilidade. Tal noção foi primeiramente conceituada na década 1980 como o desenvolvimento que busca satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (WCED, 1987).

Associado ao desenvolvimento de noções como sustentabilidade e serviços ecossistêmicos, surgiu uma vertente de pesquisa fortemente relacionada com a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos. Uma tentativa de convencer tomadores de decisão, especialmente economistas, sobre a importância da conservação da biodiversidade, que até então estava baseada em um sentimentalismo e argumentos éticos, pouco eficientes (de GROOT 1992; COSTANZA et al., 1997; DAILY et al., 1997). A partir da valoração econômica de 17 serviços feito por Costanza et al. (1997), o conceito ganha difusão fora do meio acadêmico, especialmente no setor empresarial (WBCSD, 2008). Possivelmente porque Costanza et al. (1997) explicitaram que o ambiente não é somente fonte de recursos naturais para o desenvolvimento econômico, mas também fornecedor de serviços “gratuitos” que alimentam o próprio processo de desenvolvimento e do qual este depende.

A abordagem ecossistêmica - AE também emergiu neste período (entre 1980 e 1990), por meio da Convenção da Diversidade Biológica - CDB, procurando identificar maneiras adequadas de gerir os recursos naturais e a conservação da biodiversidade. A CDB passou a reconhecer o conceito de serviços ecossistêmicos como um de seus argumentos para promoção da conservação da biodiversidade

² Economia Ecológica é um campo transdisciplinar de estudo que aborda a relação entre os ecossistemas e sistema econômico em um sentido mais amplo. Essa relação está centrada nos atuais problemas da humanidade em construir um futuro sustentável, que não estava sendo abordada por nenhuma disciplina científica (Costanza, et al., 1991, p.3, tradução nossa).

(CBD, 2004). Além disso, “aumentar os benefícios da biodiversidade e serviços ecossistêmicos” passou a ser um objetivo estratégico da Convenção da Diversidade Biológica estabelecidos no plano de metas de Aichi 2011-2020, o qual o Brasil adota.

A noção de que os ecossistemas proveem benefícios a sociedade foi então conceituada como serviços ecossistêmicos (HASSAN et al. 2005), e passou a englobar termos como serviços da natureza, capital natural e serviços ambientais. Embora o conceito de serviços ecossistêmicos tenha se consolidado somente em 2005 (HASSAN et al. 2005) com a Avaliação Ecológica do Milênio - AEM, o termo já era utilizado no início da década de 1980 (HAINES-YOUNG e POTSCHIN, 2010). Um dos resultados de AEM é uma base teórica sobre a relação entre os ecossistemas e qualidade de vida humana (figura 3). A AEM (Hassan, et al., 2005) classificou os serviços ecossistêmicos em quatro categorias:

- 1- Serviços reguladores, que se referem à capacidade de um ecossistema em regular o clima, manter a qualidade do ar, da água e do solo, moderar eventos naturais extremos etc.;
- 2- Serviços de provisão, aqueles que suprem energia ou matéria para o desenvolvimento da sociedade, tais como, alimentos, matérias primas para construções, água potável, etc.;
- 3- Serviços de suporte, que mantêm habitats dos seres vivos e sua diversidade genética;
- 4- Serviços culturais, que se referem a bens não materiais que a sociedade adquire da natureza, tais como, lazer, turismo, experiências espirituais entre outros.

A AEM define a utilização do conceito de serviços ecossistêmicos em processo de tomada de decisão, como uma importante ferramenta de entendimento entre as relações do meio ambiente, qualidade de vida humana e desenvolvimento. Essas relações são influenciadas por “drivers”, as forças motoras que causam mudança nos ecossistemas e, portanto, afetam o fornecimento dos serviços. Uma força motora ou uma driver é um agente capaz de produzir ou acelerar uma transformação natural ou antrópica em um ecossistema (HASSAN et al., 2005). As forças motoras podem ser diretas, por exemplo, mudança no uso ou cobertura do solo, ou indiretas, mudanças demográficas ou econômicas, por exemplo. As forças motoras diretas causam mudanças no fornecimento dos serviço ecossistêmicos ao alterar o

ecossistema. As forças motoras indiretas induzem forças motoras diretas que irão causar mudanças no fornecimento dos serviços (HASSAN et al., 2005). As relações entre os serviços ecossistêmicos e a qualidade de vida humana, explicitada pela AEM, bem como, as forças motoras de mudanças que podem influenciar essas relações são apresentadas na figura 2.

Figura 2: Relação entre serviços ecossistêmicos e qualidade de vida humana.

Fonte: Hassan et al. (2005)

A mudança na qualidade de vida humana pode ser causada por várias forças motoras induzidas por um ou mais atores. Algumas dessas forças apresentam relações diretas com os serviços ecossistêmicos, por exemplo, a força motora “mudança no uso do solo”, representada pela transformação de uma área de florestada em uma área de pasto. Entretanto outras forças parecem não apresentar nenhuma relação direta com serviços, por exemplo, a força motora relacionada a

“demografia” representada pelo aumento de migrantes, poderá levar ao aumento da violência local, devido a maior circulação de pessoas. Apesar das forças exemplificadas ter relação direta com os ecossistemas e outra não, ambas são refletidas na queda da qualidade de vida da população local (HASSAN et al., 2005; SLOOTWEG et al., 2010). Por outro lado, uma força motora de mudança indireta pode induzir o surgimento de forças motoras de mudanças diretas que alteram o fornecimento de serviços ecossistêmicos e, portanto a qualidade de vida da população que se beneficia desses serviços.

Apesar das definições e a classificação proposta pela AEM, os problemas conceituais sobre os serviços ecossistêmicos persistem. Há autores (FISHER et al., 2009; WALLACE, 2007; BURKHARD et al., 2012) que defendem a utilização de um conceito e/ou classificação diferente do proposto pela AEM, como “serviços ecossistêmicos são os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativamente ou passivamente) para produzir qualidade de vida humana.” (FISHER et al., 2009, p. 645, tradução nossa). Este conceito está baseado em dois pontos: serviços ecossistêmicos precisam ser fenômenos ecológicos, e não precisam ser diretamente utilizáveis por beneficiários, os serviços intermediários. Os autores pressupõem que não há serviços sem beneficiários, portanto, só há serviço se houver uma relação com a sociedade, mesmo que indiretamente, se não existe esta relação, há somente processos ecológicos.

Os intermediários são aqueles que sustentam outros serviços e, portanto, esses serviços influenciam indiretamente a qualidade de vida humana, já os serviços finais fornecem benefícios diretamente à sociedade (figura 3). Os serviços de suporte e a maioria dos reguladores são intermediários e os serviços culturais e de provisão são geralmente finais (FISHER et al., 2009; BOYD e BANZHOLF; 2007; WALLACE, 2007). Por exemplo, polinização e regulação da qualidade do solo são serviços intermediários, o serviço final é culturas agrícolas e o benefício para população é o produto das culturas.

Figura 3: Diferença entre serviços ecossistêmicos intermediários e finais.

Fonte: Adaptado de Fisher et al. (2009)

Por outro lado, o serviço pode apenas representar o elemento essencial para se alcançar aquele determinado “benefício”. Por exemplo, para se gerar energia hidroelétrica é necessário além da água (elemento essencial) outros recursos naturais utilizados na construção da barragem e na linha de transmissão de energia, o que irá possibilitar o fornecimento de energia (benefício) a população (FISHER et al., 2009).

Apesar das tentativas de padronização e organização dos serviços ecossistêmicos (HASSAN et al., 2005; WALLACE, 2007; NAHLIK et al., 2012; BOYD e BANZHAF, 2007; dentre outros), diferentes estudos, apresentam diferentes conceitos e classificações. Burkhard et al. (2012), por exemplo, apresentam uma classificação, sob uma perspectiva do fornecimento e demanda de serviços (Figura 4). Nesta classificação os autores não consideram a categoria serviços de suporte proposta pela AEM, que está relacionada com a manutenção do próprio ecossistema. Os autores discutem que não seria possível identificar os benefícios dessa categoria de serviços, e a manutenção do ecossistema está relacionada com sua integridade ecológica.

Figura 4: Quadro conceitual que demonstram a ligação entre integridade ecológica, fornecimento e demanda de serviços ecossistêmicos.

Fonte: Burkhard et al. (2012)

Apesar dos conflitos sobre a classificação dos serviços ecossistêmicos, há um consenso de que o conceito é uma tentativa de entendimento da relação entre os ecossistemas e a sociedade. Portanto, este conceito parece permitir uma análise integrada da qualidade ambiental e a qualidade de vida humana (de GROOT et al., 1992). Entretanto, encontrar maneiras eficientes de identificar, mensurar e avaliar os serviços é o grande desafio na utilização do conceito. Para mensurar, por exemplo, há autores que focam nos estoques e demandas por serviços (BURKHARD et al., 2012), outros nos benefícios para população (DOBBS et al., 2011) e há ainda valorações monetárias (COSTANZA, et al., 1997; SAGOFF, 2011; de GROOT, 1992), relacionadas especialmente a contextos de conservação ambiental. Além disso, é difícil encontrar e desenvolver indicadores que sejam capazes de transmitir a informação de maneira clara para os tomadores de decisão (LAYKE et al., 2012).

A valoração monetária parece ter sido a que mais avançou (HOWARTH e FARBER, 2002; BRAUMAN et al., 2007), entretanto há casos em que sua aplicação não é recomendada, como em avaliação de impactos (BAKER et al., 2013; LANDSBERG et al., 2011). A avaliação de impactos, objetiva evitar ou minimizar os efeitos negativos de uma atividade (SÁNCHEZ, 2006), portanto não se justifica a necessidade de se determinar valores monetários para as possíveis perdas em termos de serviços (BAKER et al., 2013), uma vez que, essa perda deve ser evitada, minimizada e só em último caso compensada (SÁNCHEZ, 2006).

2.1- O emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos

A aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos é uma tentativa de integrar avaliações de impactos sociais e ambientais realizadas separadamente (SLOOTWEG et al., 2010). Em outras palavras, trata-se de uma tentativa de análise integrada das consequências que um determinado projeto pode causar aos serviços ecossistêmicos e conseqüentemente à qualidade de vida da população (SLOOTWEG et al., 2001; LANDSBERG et al., 2011).

Existem diversos quadros conceituais que direcionam a avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos. Alguns autores (ROUNSEVELL et al., 2010; MULLER e BURKHARD, 2012) desenvolveram propostas de avaliação baseada no quadro conceitual “*Driver-Pressure-State-Impact-Response*” (DPSIR) muito usado na Europa. Tais autores demonstram a equivalência entre o método tradicional utilizado, representado pelo DPSIR, e a proposta de inclusão do conceito de serviços ecossistêmicos a avaliação de impactos, representada por um novo quadro conceitual, o “*Framework for Ecosystem Service Provision*” (FESP) (ROUNSEVELL et al., 2010). A correspondência encontrada por esses autores é descrita a seguir e se relaciona ao que Muller e Burkhard (2012) apresentam na figura 5.

A força motora (*driver*) representa uma ação de mudança exógena ao sistema, essa ação corresponde a força motora indireta (HASSAN et al., 2005). Pressões (*Pressures*) são as mudanças endógenas, como mudanças do uso do solo, que correspondem a força motora direta (HASSAN et al., 2005), que estão relacionadas ao sistema ecológico. Estado (*State*) é a situação do ambiente que será afetado pelas forças motoras e pelas pressões, e está relacionado com a capacidade de fornecimento de serviços. Portanto, o Estado representa as funções ecossistêmicas e as características sociais dos beneficiários dos serviços. Impacto (*Impact*) são os efeitos negativos ou positivos das forças motoras e pressões sobre o Estado. Em outras palavras, a diminuição ou exaustão do fornecimento de serviços implica em impacto negativo. O aumento no fornecimento dos serviços implica em impacto positivo. Finalmente a Resposta (*Response*) está relacionada às políticas de gestão ambiental que buscam minimizar os impactos negativos e

potencializar os impactos positivos (ROUNSEVELL et al., 2010; MULLER e BURKHARD, 2012).

Figura 5: Serviços ecossistêmicos como parte do ciclo de gestão adaptativo do “Driver-Pressure-State-Impact-Response”.

Fonte: Muller e Burkhard (2012)

Portanto as etapas de “pressão” e “estado” estão relacionadas à estrutura e função dos ecossistemas. A pressão representa a forma direta de mudança dos ecossistemas. Pressão e estado equivalem respectivamente aos aspectos e ao diagnóstico utilizados nas avaliações de impactos no Brasil (SÁNCHEZ, 2006). O Impacto ocorre sobre os serviços ecossistêmicos, o que causa efeitos positivos ou negativos na qualidade de vida humana (figura 5, impacto II). Os impactos sobre os serviços são avaliados de acordo com a magnitude do impacto. Esta avaliação está relacionada, especialmente sobre como o impacto é entendido e sentido pela sociedade. Tais impactos geram respostas da sociedade, as medidas mitigadoras, que podem mudar as pressões sobre os ecossistemas, atenuando os impactos negativos e potencializando os positivos (MULLER e BURKHARD, 2012).

De maneira muito semelhante Helming et al., (2013) analisam como o conceito de serviços ecossistêmicos poderia ser incorporado ao processo de avaliação de impactos na União Europeia. Os autores também utilizam o método “DPSIR” para ligar a avaliação de impactos que não considera o conceito de serviços de maneira explícita, e a avaliação por meio de tal conceito (figura 6). Os autores concluíram que incorporação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos, torna análise mais integrada e compreensível, por que dessa maneira são avaliados todos os efeitos sobre o meio biofísico, social, ambiental e econômico da proposta. Essa integração ocorre devido a característica do próprio conceito de serviços, que é baseado em uma explícita relação entre o meio ambiente e a qualidade de vida humana.

Figura 6: Ligação entre os passos do processo de avaliação de impactos e o conceito de serviços ecossistêmicos por meio do “DPSIR”.

Fonte: Helming et al. 2013

O conceito permite analisar os efeitos da proposta em múltiplas escalas, porque deve-se avaliar os efeitos sobre a região que fornece os serviços e sobre a região que os beneficiários desses serviços vivem e os acessam. Portanto, ainda segundo os autores, a integração propiciada pelo conceito de serviços ecossistêmicos auxiliaria a construção de políticas que considerem os três pilares da

sustentabilidade. Esse fato ocorre porque o conceito tem uma explícita relação entre as características dos meios biofísico e socioeconômico. Utilizar o conceito de serviços ecossistêmicos implica, portanto, em considerar questões ecológicas (fornecimento dos serviços) e questões socioeconômicas (qualidade de vida dos beneficiários dos serviços) (HELMING et al. 2013).

Seguindo a mesma proposta, Kumar et al. (2013) discutem a incorporação da valoração de serviços ecossistêmicos especificamente no processo de Avaliação Ambiental Estratégica - AAE³, ou seja no contexto de planos, programas e políticas. A metodologia é baseada na identificação das forças motoras com potencial de impactar os serviços ecossistêmicos chave, estabelecidos de acordo com a política que será avaliada. A avaliação de custo/benefício entre cenários alternativos completa a avaliação da proposta política. Para o autor essa metodologia auxilia a compreensão da relação entre ganhadores e perdedores com a implementação da política avaliada, especialmente se for feita a valoração econômica desses serviços. O autor reconhece as limitações e dificuldades das valorações econômicas de serviços ecossistêmicos, especialmente os reguladores, ao mesmo tempo em que, apresentam vantagens como possíveis incentivos a conservação devido à perda de serviços provocada pela política implementada.

De maneira também específica Slootweg e Mollinga (2010) propõem um quadro conceitual para aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos de intervenções planejadas (figura 7), baseado no quadro da AEM (2005). Portanto, a discussão se dá acerca do desenvolvimento do processo de AIA e AAE por meio do conceito de serviços ecossistêmicos. O quadro conceitual destes autores é baseado em três subsistemas: biofísico, social e gestão dos recursos. O subsistema biofísico fornece os serviços ecossistêmicos, o social representa a demanda pelos serviços e finalmente o subsistema de gestão dos recursos representa as instituições e a capacidade humana de gerir os outros dois subsistemas.

³ A avaliação ambiental estratégica representa uma diferente maneira de avaliar os impactos causados por planos, políticas e programas, incluindo a avaliação dos efeitos sobre o meio biofísico, social e econômico e político (PARTIDÁRIO, 1996).

Figura 7: Quadro conceitual para avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos
Fonte: Adaptado de Slootweg e Mollinga. (2010)

Seguindo o conceito de forças motoras de mudança de Hassan et al. (2005), Slootweg e Mollinga (2010) especificam que essas forças no caso da AIA e AAE são induzidas por intervenção humana planejada, ou seja, um projeto, políticas, planos ou programas. Portanto, a atividade planejada induz forças motoras de mudanças nos ecossistemas, o que causa efeitos biofísicos que são refletidos em serviços ecossistêmicos impactados, alterando a qualidade de vida da população. A atividade também pode causar efeitos diretos na qualidade de vida da sociedade, como geração de empregos, que melhora a economia local, mas não tem efeitos diretos sobre o sistema biofísico. Por outro lado, há efeitos sociais que se refletem em efeitos indiretos sobre o sistema biofísico, por exemplo, a atração de imigrantes pode acelerar a urbanização, causando mudança na cobertura vegetal, o que irá influenciar o fornecimento dos serviços e consequentemente a qualidade de vida humana.

A diferença entre impactos sociais diretos e indiretos é explicada por Slootweg et al. (2001), o primeiro impacto resulta diretamente de mudanças sociais induzidas pelo projeto, por exemplo reassentamento involuntário ou intervenções diretas no ecossistema como, supressão de vegetação. O segundo tipo de impacto social é uma consequência de uma mudança no ecossistema induzida pelo projeto, por exemplo, a poluição de recursos hídricos que diminuem a população de peixes, o que afeta renda e a fonte de proteína de comunidades locais de pescadores.

Abordagem de serviços ecossistêmicos para avaliação de impactos foca no segundo tipo de impacto social, que é frequentemente desconsiderado na prática atual de avaliação de impactos, segundo Vanclay (2002).

Apesar do desenvolvimento desses diversos estudos teóricos, as aplicações práticas deste conceito à avaliação de impactos, tem tido poucos avanços. Entretanto, as avaliações de impacto ambiental e social, exigidas pela Corporação Financeira Internacional e seguidos pelos bancos signatários dos Princípios do Equador, de acordo com os Padrões de Desempenho de Sustentabilidade Ambiental e Social (IFC, 2012), devem "identificar os serviços ecossistêmicos prioritários" (parágrafo 24 do Padrão de Desempenho 6 - Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável dos Recursos Naturais Vivos) e "evitar impactos adversos sobre eles" (parágrafo 25).

Neste contexto, Landsberg, et al. (2011) desenvolveram um quadro conceitual, por meio de um guia de aplicação prática do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos de projetos (figura 8). O objetivo deste quadro conceitual é avaliar as mudanças causadas pelo projeto, nas relações já existentes entre sociedade e ecossistemas. Em outras palavras, os autores, admitem que o fornecimento de serviços ecossistêmicos, se reflete em qualidade de vida de seus beneficiários. Os próprios beneficiários induzem forças motoras de mudanças diretas e indiretas, que alteram os ecossistemas e consequentemente o fornecimento dos serviços que novamente é refletido na qualidade de vida dos beneficiários (figura 8, setas pretas). O que se pretende com guia é avaliar como as novas relações estabelecidas pela implantação do projeto poderiam alterar as relações já existentes (figura 8, setas vermelhas).

Figura 8: Quadro conceitual para avaliação de impactos de projeto e sua dependência sobre serviços ecossistêmicos.

Fonte: Landsberg et al. (2011)

A principal diferença deste quadro conceitual, em relação ao quadro de Slootweg e Mollinga (2010) é que além de considerar os efeitos do projeto sobre os ecossistemas, Landsberg et al. (2011) consideram os efeitos negativos sobre o desempenho do próprio projeto. Os autores discutem que o projeto representa uma demanda por serviços ecossistêmicos para manter um desempenho satisfatório e, portanto, as mudanças nos ecossistemas, poderão afetar negativamente o desempenho do próprio projeto. Apesar do guia considerar os possíveis efeitos positivos do projeto sobre a qualidade de vida da população, este é direcionado a avaliação de impactos negativos (LANDSBERG et al., 2011). Embora os autores forneçam como exemplo um caso hipotético, o guia fornece os passos e procedimento para o emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos (quadro 1).

O primeiro passo descrito no quadro 1 se refere à etapa de conhecimento da região na AIA tradicional, portanto é nesse momento que ocorre a identificação preliminar de impactos potenciais do projeto analisado. O diagnóstico e avaliação de

impactos estão contidos entre o segundo e o quarto passo, focados nos serviços ecossistêmicos prioritários. Por fim, o último passo compreende a última etapa da AIA tradicional, o estabelecimento de medidas mitigadoras.

Quadro 1: Passos do Guia de Revisão de serviços ecossistêmicos para Avaliação de impactos

<i>Passos metodológicos</i>	<i>Procedimentos</i>
1. Identificação dos serviços ecossistêmicos relevantes para a região.	Identificar os ecossistemas que o projeto pode impactar.
	Identificar os serviços ecossistêmicos que o projeto pode impactar.
	Identificar beneficiários dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus benefícios.
2. Priorização dos serviços ecossistêmicos relevantes.	Identificar os serviços ecossistêmicos mais importantes para os beneficiários afetados
	Identificar quais os serviços ecossistêmicos em que não há alternativa de substituição para os seus beneficiários.
3. Definição do escopo da avaliação dos serviços ecossistêmicos.	Delimitar a área de estudo para avaliação de impactos sobre os serviços ecossistêmicos.
	Identificar indicadores que possa representar o impacto sobre os serviços ecossistêmicos.
4. Realização do diagnóstico ambiental dos serviços ecossistêmicos prioritários.	Avaliar o atual uso dos serviços ecossistêmicos
	Avaliar a sustentabilidade do atual uso dos serviços ecossistêmicos.
5. Análise dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.	Prever os impactos sobre o fornecimento dos serviços ecossistêmicos.
	Prever os impactos sobre os benefícios dos serviços ecossistêmicos.
	Avaliar a significância dos serviços ecossistêmicos impactados
6. Indicação de medidas de gestão do projeto.	Aumentar ou pelo menos manter a qualidade de vida dos beneficiários afetados, bem como o desempenho do projeto.

A priorização dos serviços ecossistêmicos é uma das etapas mais importantes do processo de avaliação de impactos sobre os serviços. Nessa etapa são determinados os critérios para identificação das questões relevantes que deverão ser priorizadas nas próximas etapas da AIA. Dentre os critérios mais utilizados na abordagem tradicional Sánchez (2006), destaca três que parecem estar bastante consolidados na prática de avaliação de impactos no Brasil, a experiência dos analistas, a opinião do público e requisitos legais. No âmbito da ASE, ainda não há critérios consolidados, cada estudo indica a utilização de um conjunto de critérios

que poderiam indicar os serviços ecossistêmicos mais importantes para a região analisada e que deveriam, portanto, ser foco da avaliação. Landsberg et al. (2011) sugere um esquema de priorização (figura 9), focado nos beneficiários e baseado no potencial de impacto do projeto. A partir desse esquema o serviço só é considerado prioritário se não houver alternativas para que o beneficiário obtenha o benefício de tal serviço em outra região. Além disso, todos os serviços do qual o projeto depende também são prioritários.

Figura 9: Esquema para priorização de serviços ecossistêmicos relevantes de acordo com o potencial de impactos do projeto nos beneficiários.

Fonte: Landsberg et al. (2013)

Buscando identificar procedimentos de priorização, e na ausência de outras referências na literatura, foi feita uma busca de aplicações práticas recentes da abordagem de serviços ecossistêmicos em EIAs (mais exatamente, ESIsAs – *Environmental and Social Impact Assessments* em atendimento aos Padrões de Desempenho Socioambiental da IFC). Foram encontrados cinco casos⁴, coincidentemente, quatro deles tratam de projetos de mineração (Tabela 1).

⁴ A empresa ERM/Rio Tinto desenvolveu três EIAs, um para cada projeto (Mina, ferrovia e terminal marítimo), e todos utilizam os mesmos critérios para priorização.

Tabela 1: Casos de EIAs que realizaram avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos.

<i>Nome do projeto</i>	<i>Proponente</i>	<i>Localização</i>	<i>Data de finalização do EIA</i>	<i>Tipologia do projeto</i>	<i>Empresa responsável pelo EIA.</i>
Oyu Tolgoi Project	Oyu Tolgoi	Mongólia	Julho 2012	Mina de ouro e cobre	Oyu Tolgoi
Simandou	Rio Tinto	Guiné	Agosto 2012	Mina de ferro Ferrovia Porto	ERM
The Adjaristsqali Project	Adjaristsqali Georgia LLC – AGL	Geórgia	Outubro 2012	Hidroelétrica	Mott Mac Donald
Merian Gold Project	Surgold	Suriname	Janeiro 2013	Mina de ouro	ERM
Gamsberg Zinc Mine	Black Mountain Mining - BMM	África do Sul	Abril 2013	Mina de zinco	ERM

Uma análise do capítulo correspondente aos serviços ecossistêmicos dos casos, mostrou que dois dos cinco casos mencionam Landsberg et al. (2011) como orientação para determinação de critérios para priorização dos serviços. Todos os cinco casos utilizaram a IFC como referência para priorização dos serviços. A IFC define serviços ecossistêmicos prioritários como “aqueles serviços que o projeto tem alto potencial de causar impacto e, portanto, resultam em impactos negativos para as comunidades” e ou “aqueles serviços que o projeto é dependente diretamente em suas operações” (IFC, 2012a p. 45 tradução nossa). Além do mais, a IFC recomenda que os serviços prioritários sejam determinados de maneira participativa, considerando as percepções das comunidades.

Se analisarmos os critérios utilizados pelos casos (quadro 2) nota-se que todos consideraram explicitamente a importância do fornecimento do serviço para seus beneficiários, com exceção do projeto da Hidroelétrica que utilizou apenas um critério mais amplo. Outro critério utilizado pela maioria dos casos (exceção do projeto da Hidroelétrica e do projeto da Mina de ouro e cobre) é a possibilidade de substituição do serviço. Esse critério relacionada a possibilidade viável do beneficiário acessar o serviço que está sendo impactado pelo projeto em outra região que não esteja sobre a influência do projeto.

Quadro 2: Comparação entre os critérios utilizados para priorização de serviços ecossistêmicos, por cinco casos de EIAs que atendem os padrões de desempenho socioambientais da IFC

Fonte	Tipo de projeto	Local	Crítérios para priorização de SE
ERM/Rio Tinto (2012)	Uma mina de ferro; Uma ferrovia e Um terminal marítimo	Guiné, África.	1. Dependência do projeto pelo serviço. 2. Importância do serviço para o beneficiário (De baixo até essencial): a) Intensidade do uso b) Escopo do uso c) Nível de dependência pelo serviço. 3. Possibilidade de substituição do serviço (muitas até poucas). a) Existe alternativa de substituição espacialmente viável? b) Há sustentabilidade para essa alternativa de serviço? Considerando o aumento da demanda e as ameaças ao ecossistema que fornece o serviço
ERM/ Surgold (2013)	Mina de ouro	Suriname América do Sul.	1. Dependência do projeto pelo serviço. a) Se o serviço representa um input para o projeto. b) Se existe substituição viável em termos de custo benefício para substituir esse input. c) Qual nível de dependência do projeto pelos serviços que são inputs e para os quais não há substituição viável. 2. Potencial de impacto do projeto no serviço. a) O projeto pode causar efeito adverso na qualidade ou quantidade do fornecimento do serviço? b) Esse efeito é positivo ou negativo? c) O projeto afeta a capacidade de outros se beneficiarem? Por exemplo, impedindo o acesso ao serviço. 3. Importância do serviço para a comunidade: a) Intensidade do uso b) Escopo do uso c) Proximidade geográfica do beneficiário ao serviço d) Nível de dependência pelo serviço 4. Possibilidade de substituição do serviço (poucas ou muitas alternativas).
ERM/ BMM (2013)	Mina de zinco	África do Sul, África.	1. Sustentabilidade (utilizado apenas para serviços de provisão). 2. Importância do serviço para seus beneficiários a) Intensidade do uso b) Escopo do uso c) Nível de dependência pelo serviço. d) Importância do serviço expressada pelos beneficiários 3. Possibilidade de substituição do serviço (muitas até poucas). a) Existe alternativa de substituição espacialmente viável? b) Acessibilidade a alternativa, custo e sustentabilidade da alternativa. c) Preferência/aptidão do beneficiário pela alternativa.
Oyu Tolgoi (2012)	Mina de ouro e cobre	Mongólia, Ásia.	1. Probabilidade de que atividades do projeto possam afetar direta ou indiretamente o fornecimento de serviços ecossistêmicos. 2. Dependência do projeto por serviços. 3. A relevância dos serviços para as comunidades locais 4. Habilidade do projeto em gerenciar os efeitos do projeto sobre os serviços.
AGL/ Mott Mac Donald (2012)	Hidroelétrica	Geórgia, Europa.	Não está explicitamente descrito como os outros casos. O principal critério utilizado é potencial de impacto sobre os serviços.

Conforme afirmam Landsberg et al. (2011) a dependência do projeto pelo serviço o torna prioritário, mas somente dois casos (quadro 2) utilizaram esse critério. A mina de ouro e cobre da empresa Oyu Tolgoi é a única utilizar uma recomendação do guia da IFC (2012) sobre a capacidade do projeto em gerenciar seus os efeitos negativos sobre serviços. Esse critério está relacionado com capacidade do projeto em gerenciar as fontes que causam impactos naquele serviço, se capacidade for alta o serviço não é considerado prioritário. Embora haja diferenças entres os critérios (quadro 2) utilizados pelos projeto na priorização dos serviços, pode-se observar que essa etapa está relacionada com as características sociais de seus beneficiários. O processo de priorização dos serviços ecossistêmicos tem por objetivo orientar o desenvolvimento do diagnóstico ambiental e análise dos impactos.

A partir das informações coletadas no diagnóstico ambiental, passa-se a desenvolver um dos principais objetivos da AIA, prever as mudanças ambientais e sociais decorrentes da implantação do projeto, a etapa de previsão de impactos (LAWRENCE, 2007). O objetivo da previsão de impactos, portanto é fornecer uma descrição fundamentada em critérios preestabelecidos da intensidade ou magnitude dos impactos identificados. Estabelecer a magnitude dos impactos é umas etapas mais complexas do processo de AIA (SÁNCHEZ, 2006; LAWRENCE 2007; GLASSON et al. 1999).

Da mesma maneira que na abordagem tradicional de AIA (SÁNCHEZ, 2006; LAWRENCE, 2007; GLASSON et al., 1999), é recomendado (LANDSBERG et al. 2013) que a previsão do impactos sobre os serviços ecossistêmicos, sempre que possível seja baseada em mensurações quantitativa. Entretanto desenvolver procedimentos para mensurar e mapear serviços ecossistêmicos ainda é um desafio no meio acadêmico (BURKHARD et al. 2012; GONTIER et al. 2006; MAES et al. 2012; BAGSTAD et al. 2012; BAI et al. 2011), assim como encontrar bons indicadores para todos os serviços (LAYKE et al. 2011).

A magnitude do impacto está associada a vulnerabilidade de quem ou que o recebe, resulta na significância do impacto (SÁNCHEZ, 2006; GLASSON et al. 1999). Portanto, a significância dos impactos representa uma relação entre a sensibilidade de quem ou que está sofrendo o impacto e a intensidade ou magnitude do impacto (GLASSON et al. 1999). Quanto maior a sensibilidade do meio e a magnitude do impacto maior será a significância do impacto (figura 10).

Figura 10: Significância expressada em função da magnitude do impacto e a importância/sensibilidade dos recursos ou dos receptores.

Fonte: Glasson et al. 1999

De acordo com Briggs e Hudson (2013) essa estimativa da significância deve considerar dentre outros critérios, a magnitude do impacto, sua extensão, duração e reversibilidade. Lawrence (2007) ressalta que boas avaliações de significância devem considerar dentre outros aspectos, a percepção da população afetada sobre o impacto, estimativas quantitativas quando possível, as inerentes incertezas do processo de previsão e revisões da literatura.

De maneira muito semelhante a avaliação da significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos é dada de acordo com a relação entre a magnitude do impacto e sensibilidade e dos beneficiários do serviço (LANDSBERG et al., 2013). A magnitude é fornecida da mesma maneira que na AIA tradicional (SÁNCHEZ, 2006), a partir de critérios qualitativos como, a frequência do impacto, duração, reversibilidade e intensidade, que quando possível deve ser fornecida por meio de estimativas quantitativas. A sensibilidade da população afetada é dada de acordo com a vulnerabilidade social da população, determinada, por exemplo, pelo acesso a serviços básico de saneamento, infraestrutura, nível de conhecimento e acesso a recursos naturais. (LANDSBERG et al. 2013). Portanto, a sensibilidade dos beneficiários, resulta na capacidade do beneficiário se adaptar a perda de serviços ecossistêmicos, sem que haja mudança em sua qualidade de vida. Quanto menor a sensibilidade dos beneficiários, ou quanto maior sua capacidade de adaptar as

mudanças causadas pelo projeto, menor será a significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos (LANDSBERG et al. 2013).

Notou-se que significância dos impactos sobre os serviços, realizada por um dos cinco casos de EISA (ERM/Rio Tinto, quadro 2), também foi avaliada por meio da magnitude dos impactos relacionada a dependência dos beneficiários pelo serviços, chamada por valor do receptor. A magnitude neste caso (figura 11) foi avaliada por meio dos seguintes critérios, (i) a natureza do impacto, (ii) o tamanho, escala ou intensidade do efeito, (iii) a extensão geográfica, (iv) a extensão temporal (duração, frequência, reversibilidade) e (v) a probabilidade do impacto ocorrer como resultado de eventos não rotineiros do projeto (ERM/RIO TINTO, 2012). A diferença da análise de impactos sobre o serviços deste caso, entre os outros impactos tratados no estudo, é que a avaliação de impactos sobre os serviços ecossistêmicos está relacionada a importância do serviço para seu beneficiário e a possibilidade de substituição desse serviço. Para os outros impactos, frequentemente tratados em EIAs, o valor do receptor refere-se a importância ou sensibilidade do recurso que está sendo afetado pelo impacto.

		Magnitude			
		Desprezível	Baixa	Média	Alta
Valor do receptor	Desprezível	Sem significância	Sem significância	Sem significância	Sem significância
	Baixa	Sem significância	Sem significância	Pequena	Moderada
	Média	Sem significância	Pequeno	Moderada	Maior
	Alta	Sem significância	Moderada	Maior	Crítica
	Crítica	Sem significância	Maior	Crítica	Crítica

Figura 11: Avaliação da significação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos baseado na dependência dos beneficiários.

Fonte: ERM/Rio Tinto (2012) p. 12.

A seção a seguir evidencia e detalha as principais diferenças entre a atual prática de avaliação de impactos e como seria esta avaliação por meio da abordagem de serviços ecossistêmicos.

2- 2. A Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e a tradicional avaliação de impactos ambientais

A incorporação da abordagem de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos é uma tentativa de análise integrada de projetos. O foco dessa nova abordagem é a construção de uma avaliação integrada, que apresente as consequências sociais de impactos sobre o meio biofísico de um projeto (LANDSBERG et al., 2011; SLOOTWEG et al., 2010). Além disso, a ASE tem potencial de preencher as frequentes lacunas da abordagem tradicional brasileira, tida como essencialmente descritiva, onde o foco está na perda potencial de recursos culturais e ambientais, e que tem tido poucos avanços em termos de conteúdo e análise nas últimas décadas (LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). Nesta seção descrevem-se e comparam-se as duas abordagens com objetivo de compreender as principais diferenças e semelhanças entre elas.

Assim como na AIA tradicional na ASE, a primeira etapa para o desenvolvimento de EIA é o planejamento (figura 12). Nas duas abordagens é fundamental que se tenha conhecimento do empreendimento que se propõe e um reconhecimento da região onde o empreendimento poderá ser instalado. Na abordagem tradicional a identificação preliminar dos impactos determina o escopo, ou seja, orienta a construção do termo de referência para o EIA (SÁNCHEZ, 2006). Na ASE, ocorre de maneira bastante semelhante com a identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados. O processo de priorização dos serviços ecossistêmicos é um limite entre a determinação do escopo e início do diagnóstico ambiental, na ASE.

Figura 12: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecossistêmicos e AIA, etapa de planejamento do EIA.

Fonte: Baseado em Sánchez (2006) e Landsberg (2013)

A partir da determinação do escopo passa-se a segunda etapa da avaliação de impactos, a execução do EIA (figura 13). Nessa etapa são relacionados os diagnósticos ambientais e sociais, a previsão e avaliação dos impactos do empreendimento (SÁNCHEZ, 2006). Na ASE, além do diagnóstico precisar ser feito por uma equipe multidisciplinar, como na abordagem tradicional, a análise das informações coletadas devem ser realizada de maneira verdadeiramente integrada (LANDSBERG et al., 2011). A principal diferença dessa abordagem está no modo como o diagnóstico do meio biofísico é feito, em nível de ecossistemas e do meio antrópico em escala local. As informações mais importantes neste caso estão relacionadas com a função de cada elemento do ecossistema (de GROOT, 1992), isto é, os dados sobre o meio biofísico são coletados com o objetivo de entender a dinâmica dos ecossistemas.

Embora, o termo de referência geral para elaboração de um EIA, em Minas Gerais, por exemplo, especifique que no diagnóstico ambiental deve apresentar “caracterização dos ecossistemas da área que pode ser atingida, direta ou indiretamente, pelo empreendimento” (FEAM, p.2 sem data), na prática o foco é dado à identificação de espécies, com ênfase naquelas ameaçadas de extinção ou endêmicas (LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). Esse fato pode ser devido a contradição que o próprio termo causa ao sugerir o detalhamento dessa caracterização. Sobre a fauna a FEAM sugere “inventário das espécies da entomofauna, da mastofauna, avifauna e da hepertofauna, ressaltando aquelas que são raras, ameaçadas de extinção, de valor econômico e de interesse epidemiológico”. Já para a flora

“descrição e mapeamento atualizado das formações vegetais da área de influência, levantamento fitossociológico das diversas formações vegetais identificadas e inventário da biomassa lenhosa” (FEAM, p. 6 sem data). O levantamento de espécies não é uma característica específica da abordagem brasileira, conforme indica Gontier et al. (2006), que analisaram EIAs de países europeus. Os autores demonstram que esses EIAs também são focados em levantamento de espécies, e não são produzidos de modo a considerar a biodiversidade em nível de ecossistemas.

Figura 13: Comparação entre Abordagem de Serviços Ecosistêmicos e abordagem tradicional brasileira, durante a etapa de execução do EIA. As setas pontilhadas representam a lista de atividades planejadas do projeto.

Fonte: Baseado em Sánchez (2006) e Landsberg et al. (2013)

A principal questão a ser respondida de acordo com a ASE é: Quais são os serviços ecossistêmicos mais importantes fornecidos nessa região que poderão ser afetados? Por outro lado, a pergunta que guia a AIA é: Quais são os impactos mais significativos deste projeto? (BAKER et al., 2013). Portanto nota-se que enquanto a ASE procurar identificar o quanto a região é importante para a qualidade de vida humana, a avaliação tradicional procura estabelecer o quanto a região pode suportar de impactos negativos.

Nas duas abordagens, as atividades do projeto são analisadas com objetivo de descrever os impactos. Todavia, a ASE é focada nas forças motoras de mudanças dos ecossistemas, uma vez que as populações serão afetadas, se os ecossistemas sofrerem mudanças.

Um resultado da ASE é uma análise integrada dos efeitos do projeto por meio de uma lista de impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários. Já a abordagem tradicional apresenta uma lista de impactos potenciais de acordo com cada meio estudado, ou seja, impactos sobre elementos da natureza (impactos físicos e bióticos) e impactos sobre a sociedade. A análise da ASE, assim como abordagem tradicional (SÁNCHEZ, 2006), envolve a vulnerabilidade da população afetada e, no caso da ASE, a dependência dessa população pelos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados. Além do mais, a ASE está relacionada com a dependência dos beneficiários pelos serviços ecossistêmicos impactados.

Espera-se que os resultados da ASE permitam uma melhor comunicação com os atores envolvidos, e com os tomadores de decisão, porque a descrição da área afetada é baseada nos benefícios que são fornecidos pelos ecossistemas – e que podem ser afetados pelo projeto. Diferentemente da abordagem tradicional, baseada em elementos do meio ambiente, cuja perda pode não ser percebida como importante por esses atores e tomadores de decisão.

O último estágio nas duas abordagens é a descrição das medidas de mitigação, objetivando gerenciar o projeto. No caso da ASE o objetivo dessas medidas é aumentar a qualidade de vida da população afetada (LANDSBERG et al., 2011), sem alterar o desempenho do projeto. Já na abordagem tradicional o objetivo das medidas é minimizar, mitigar e compensar os impactos negativos do projeto e potencializar os impactos positivos (SÁNCHEZ, 2006).

O diferencial entre as duas abordagens é que a abordagem tradicional análise é apresenta de maneira separada, em impactos do projeto sobre os meios físico, biótico e social, geralmente sem apresentar e discutir as consequências que relacionam mais de um meio (LANDSBERG et al. 2013; SLOOTWEG et al. 2010). Por outro lado, a ASE apresenta os efeitos do projeto de maneira integrada, porque a descrição dos impactos é feita de acordo com os serviços ecossistêmicos prioritários. (LANDSBERG et al. 2013). Como relatam Landsberg et al. (2013) os impactos sobre os serviços ecossistêmicos representam as consequências sociais dos impactos sobre o meio biofísico e biodiversidade.

3- Objetivo

O objetivo da pesquisa é testar a aplicabilidade da abordagem de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos ambientais de projetos, comparando-a com a prática de avaliação de impacto, realizada no Brasil.

4- Metodologia e etapas de pesquisa

A pesquisa é baseada em estudo de caso único, escolhido intencionalmente, o EIA de uma mina de ferro atualmente em processo de instalação em Minas Gerais. Este caso foi escolhido por se tratar de um projeto com alto potencial de impactos, localizado em uma região prioritária para conservação da biodiversidade, com ecossistemas altamente vulneráveis (SISEMA, 2008; DRUMMOND et al. 2005; SEMAD et al. 2005). Outro motivador da escolha é que o projeto é recente⁵ e seu estudo de impacto ambiental foi preparado por empresa de consultoria de atuação reconhecida pelo mercado, estabelecida há mais de vinte anos, com acervo de várias centenas de EIAs para projetos localizados em diversos estados, sendo a maioria de projetos de mineração. Portanto acredita-se que este EIA possa representar o estado da prática atual de avaliação de impactos de projetos de mineração no Brasil.

A coleta de dados foi baseada na análise de documentos gerados para o licenciamento ambiental e em trabalhos de campo realizados por meio de aplicação de técnicas de avaliação expedida (*rapid appraisal*) na região afetada. A análise dos dados é baseada na comparação entre os resultados obtidos a partir da aplicação da ASE ao caso em estudo e os elementos fundamentais do processo de AIA, requeridos no licenciamento ambiental. A metodologia da pesquisa (quadro 3) foi desenhada de modo a compreender as diferenças entre as duas abordagens, para que pudessem ser identificadas as vantagens e desvantagens da ASE aplicada à AIA.

A lista de serviços ecossistêmicos proposta por Landsberg et al. (2011), foi adotada nesta pesquisa, porque essa publicação representa a mais recente e focada referência sobre o emprego do conceito de serviços ecossistêmicos em avaliação de impactos. Conforme recomendam Landsberg et al. (2013), a categoria de serviços de suporte é considerada como serviços intermediários e não deve ser foco da identificação dos serviços impactados, uma vez que esses serviços são responsáveis pela manutenção do próprio ecossistema (HASSAN et al., 2005) e sua integridade ecológica (BURKHARD et al., 2012; FISHER et al., 2009). A análise de

⁵ O EIA foi aprovado em dezembro de 2008 e a licença de instalação fase I concedida em dezembro de 2009, e a fase II dezembro de 2010. A licença de operação é esperada para 2014.

impactos sobre essa categoria é feita de maneira não explícita por meio da análise dos impactos sobre as outras categorias de serviços ecossistêmicos.

Quadro 3: Sistematização dos passos metodológicos da pesquisa.

<i>Passos da pesquisa</i>	<i>Procedimentos</i>
1. Identificação dos serviços ecossistêmicos da área de estudo.	Identificar e caracterizar os ecossistemas potencialmente impactados pelo projeto, de acordo com as informações fornecidas pelo diagnóstico ambiental do EIA.
	Identificar os possíveis serviços dos ecossistemas descritos anteriormente, de acordo com as informações fornecidas pelo EIA e seus estudos complementares.
2. Identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus beneficiários.	Identificar os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados pelo projeto, através da análise da relação de causa e efeito entre atividades do projeto e características dos ecossistemas, ambas descritas no EIA.
	Identificar os serviços ecossistêmicos que o projeto pode impactar a partir do levantamento de dados feito no trabalho de campo.
	Identificar os beneficiários dos serviços ecossistêmicos impactados, de acordo com levantamento de dados feito no trabalho de campo.
3. Comparação entre as abordagens.	Comparar os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados com os impactos descritos no EIA.
4. Determinação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados prioritários.	Estabelecer critérios para priorização dos serviços.
	Validar a lista de serviços ecossistêmicos prioritários, por meio de coleta de dados em campo.
5. Avaliação da significância dos impactos sobre serviços ecossistêmico prioritários.	Descrever os impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.
	Estabelecer critérios para a análise da magnitude do impacto sobre o serviço.
	Analisar a dependência da população beneficiária pelo serviço.
	Avaliar a significância dos impactos sobre os serviços.
6. Comparação entre as abordagens.	Comparar a significância dos impactos identificados pela ASE com os impactos identificados pelo EIA.
7. Análise das medidas de mitigação	Verificar se as medidas ou programas de mitigação ou compensação propostas para os impactos descritos no EIA, também são capazes de mitigar os impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

Cada passo da pesquisa foi determinado de modo a coincidir com as etapas da AIA e da ASE, o que nos permitiu realizar a análise dos resultados por meio de comparação entre a ASE e a prática de AIA. Os resultados foram organizados de acordo com cada passo da pesquisa, uma vez que, cada resultado é fonte de informação para o próximo passo (figura 14). Os resultados dos dois primeiros passos são descritos e em seguida foi feita a primeira análise dos resultados, por meio da comparação entre os impactos descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados. Após a descrição dos resultados dos

passos 4 e 5, esses são analisados por meio da comparação entre a significância dos impactos sobre os serviços e a significância dos impactos descritos no EIA. Portanto, conforme a figura 14 mostra, cada passo da pesquisa gerou um resultado, que foi utilizado como fonte de informação no próximo passo metodológico.

Figura 14: Sumário dos passos da pesquisa, relacionados à fonte de dados e resultados obtidos.

A seguir apresentam-se os critérios utilizados para aplicação de cada um dos passos metodológicos. Esses critérios foram definidos a partir de levantamento bibliográfico, apresentado no capítulo 2 deste trabalho.

4-1. Critérios para identificação dos ecossistemas afetados e seus serviços

O objetivo desta etapa é conhecimento da região, realizada em qualquer avaliação de impactos. Como a base de dados da pesquisa é um EIA, o conhecimento sobre a região foi mais profundo do que seria possível durante as etapas iniciais de preparação de um EIA, seja por meio da abordagem tradicional seja pela ASE. Entretanto, o objetivo desta etapa também foi verificar quais e

quantos serviços ecossistêmicos podem ser identificados com as informações tradicionalmente contidas em um EIA.

As informações sobre cobertura vegetal e o uso do solo apresentadas no EIA foram utilizadas para identificar os ecossistemas potencialmente afetados. Embora nem todas as porções do diagnóstico do EIA apresentem os resultados da coleta de dados de acordo com a cobertura vegetal, há um capítulo que descreve o uso e ocupação do solo (MMX/BRANDT, 2007 p. 475 a 505) e outro que descreve os tipos de vegetação da área diretamente afetada pelo projeto (MMX/BRANDT, 2007 p. 674 a 688), o que auxiliou a identificação dos ecossistemas.

Geneletti (2003), também utilizou informações sobre cobertura vegetal e uso solo para mapear ecossistemas de uma região no norte da Itália ao avaliar os impactos ambientais de uma rodovia. Com objetivo mais semelhante ao desta pesquisa, Cooper (2010) empregou o conceito de serviço ecossistêmico à avaliação de impactos do planejamento do uso do solo de uma região pantanosa do Reino Unido, por meio de *network analysis*. Embora, a autora primeiramente tenha utilizado dados sobre ordenamento do território e tipos de habitat, para identificar os serviços, ela concluiu que as informações de uso do solo e cobertura vegetal, são as mais adequadas para essa identificação. Por outro lado, Treweek (1999) destaca que utilizar informações sobre uso do solo e cobertura vegetal, para mapear ecossistemas, pode não ser a maneira mais adequada, mas parece ser a mais prática.

Após caracterizar os ecossistemas afetados pelo projeto procurou-se identificar seus serviços, segundo as informações do EIA. Para tanto, utilizou-se a descrição genérica de cada serviço ecossistêmico de Landsberg et al. (2011), Hassan et al. (2005) e de Groot et al. (2010) (apêndice 1), o que resultou na identificação dos serviços fornecidos por cada ecossistema. Em outras palavras, a caracterização genérica baseada nos autores supracitados, indicou quais informações chaves deveriam ser buscadas no EIA e seus complementos para que fosse indicado o fornecimento de cada serviço.

4-2. Critérios para identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados

Para identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados, foi utilizada a mesma metodologia adotada pela AIA tradicional (SÁNCHEZ, 2006), ou seja, foram estabelecidas as relações de causa e efeito entre as ações planejadas do projeto e as características ambientais e sociais da região afetada, representadas pelo fornecimento de serviços ecossistêmicos. Para tanto, identificou-se as principais atividades do projeto no EIA e as consequências dessas atividades sob duas perspectivas:

- 1- Alteração no ecossistema que fornece o serviço ou mudança direta no fornecimento do serviço:
 - a. Degradação do ecossistema: Poluição ou alteração da cobertura vegetal.
 - b. Ocupação de áreas pelo projeto: Degradação do serviço ou impedimento de acesso ao serviço.
- 2- Aumento da demanda pelo serviço:
 - a. Demanda do próprio projeto por serviços.
 - b. O projeto induz o aumento da demanda por serviços ao atrair novos beneficiários para região.

A primeira etapa do trabalho de campo ocorreu após a análise das relações de causa e efeito e teve por objetivo de validar a lista construída com base nas informações do EIA e seus complementos.

4-3. Critérios para determinação dos serviços ecossistêmicos prioritários

A partir da lista preliminar de serviços ecossistêmicos potencialmente impactados definida no segundo passo, foram determinados os serviços ecossistêmicos que devem ser priorizados nos próximos passos da pesquisa. O processo de priorização tem como objetivo direcionar o diagnóstico ambiental e, consequentemente, as próximas etapas da avaliação (LANDSBERG et al. 2013; IFC, 2012b). Landsberg et al. (2013) sugerem uma técnica binária de priorização de serviços, baseada principalmente no potencialidade do projeto causar impactos sobre o serviço e na importância do serviço para seus beneficiários. Essa técnica incorpora o critério

sugerido pela IFC (2012b) relacionada à possibilidade do beneficiário acessar o mesmo benefício impactado em outras regiões.

Por outro lado, conforme apresentado no capítulo 2, dos cinco projetos de EIA analisados que já realizaram a avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos (quadro 2), três definiram critérios de priorização mais específicos, que posteriormente foram utilizados na avaliação da significância dos impactos. Além disso, cada caso utilizou um conjunto de critérios diferentes, para os quais não foram detalhadas as informações necessárias nem os métodos de coletas de dados.

Portanto, decidiu-se focar nesta pesquisa sobre dois aspectos para determinação dos serviços prioritários; (i) dependência dos beneficiários pelo serviço potencialmente impactado e (ii) dependência do projeto pelo serviço ecossistêmico potencialmente impactado, conforme recomenda IFC (2012b). Neste contexto, os critérios definidos por Landsberg et al. (2013) (figura 10), são os que melhor se adequam ao escopo do trabalho, uma vez que, o processo de priorização deve ser simples, amplo e direto. Esse processo é caracterizado pelo levantamento e sistematização preliminar de informações sobre a potencialidade do projeto causar impacto sobre os serviços, relacionado a sensibilidade social de seus beneficiários. Portanto, os critérios utilizados nesta pesquisa para priorização dos serviços, os quais os beneficiários podem ser dependentes, são baseados em três questões chave:

1. O projeto pode impactar a habilidade dos outros se beneficiarem deste serviço?
2. Esse serviço é importante para o meio de saúde, segurança ou cultura de seus beneficiários?
3. Os beneficiários tem alternativa de acesso a este serviço? Há possibilidade de substituição desse serviço?

No caso da priorização focada na dependência do projeto por serviços os mesmo critérios foram utilizados, com adaptação das questões chave para:

1. O projeto pode impactar o fornecimento do serviço?
2. Esse serviço é importante para a manutenção do desempenho do projeto?
3. O projeto tem alternativa de acesso a este serviço? Há possibilidade de substituição desse serviço?

A possibilidade de substituição dos serviços ecossistêmicos não se refere à substituição de acesso ao serviço por benefício equivalente, por exemplo, a substituição do serviço “medicina natural” por assistência médica (IFC, 2012b; LANDSBERG et al., 2013). Este critério está relacionado com o número de possibilidades existentes, para os beneficiários acessarem o mesmo serviço que será impactado pelo projeto. Este critério também considera a pré-disposição dos beneficiários em acessar o mesmo serviço em locais diferentes, possivelmente mais distantes. O critério foi avaliado por meio de entrevistas realizadas durante a segunda etapa de campo, detalhada na seção 4.5.2. O serviço foi considerado prioritário se as respostas das duas primeiras perguntas for “sim” ou “não sei” e se a resposta da terceira pergunta foi “não” ou “não sei”. Não faz parte do objetivo desta pesquisa realizar diagnóstico ambiental para os serviços prioritários conforme deveria ser feito na prática. Portanto, após estabelecer os serviços prioritários, passou-se diretamente para a etapa de descrição e avaliação da significância dos impactos sobre os serviços, baseada em informações do EIA e seus estudos complementares, em revisão bibliográfica e em informações coletadas no trabalho de campo.

4-4. Critérios para avaliação da significância dos Impactos sobre os serviços ecossistêmicos

A determinação de critérios para avaliação da significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos foi baseada em uma revisão de critérios recomendados (LANDSBERG et al. 2013; LAWRENCE, 2007; GLASSON et al. 1999; BRIGGS, HUDSON 2013; BYRON, 2000) e critérios utilizados pelos 5 projetos que avaliaram seus impactos sobre serviços ecossistêmicos (quadro 2, seção 2-1).

A partir desta revisão bibliográfica e segundo as características do caso em estudo, dois critérios para estimar a significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários foram combinados: a vulnerabilidade do beneficiário e a magnitude do impacto (figura 15).

		Vulnerabilidade dos beneficiários afetados		
		Baixa	Média	Alta
Magnitude	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Pequena
	Baixa	Desprezível	Pequena	Moderada
	Média	Pequena	Moderada	Grande
	Alta	Moderada	Grande	Grande

Figura 15: Sistema de avaliação da significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos por meio da avaliação da magnitude dos impactos associada a vulnerabilidade de seus beneficiários

A vulnerabilidade do beneficiário descreve o modo como os beneficiários utilizam os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e demonstra sua dependência por tais serviços, a partir dos seguintes atributos:

- Intensidade do uso (diária, semanal ou menor).
- Nível de dependência pelo serviço (alta, média ou baixa).
- Importância relativa ao serviço, atribuída pelo beneficiário (alta média ou baixa).

A estimativa de magnitude dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos nesta pesquisa é baseada nos seguintes atributos qualitativos:

- Intensidade (alta, média ou baixa).
- Duração (permanente ou temporário).
- Reversibilidade (reversível ou irreversível).

O ideal e sempre que possível (SÁNCHEZ et al. 2006) é estabelecer a magnitude por meio de métodos quantitativos. Seguindo a mesma linha, Landsberg et al. (2013) afirmam que a análise dos impactos sobre serviços ecossistêmicos, sempre que possível, também deverá ser baseada em métodos quantitativos. Entretanto, estimar perdas de serviços ecossistêmicos ou seus benefícios ainda é um dos maiores desafios da utilização do conceito (BURKHARD et al. 2012; GONTIER et al. 2006; MAES et al. 2012; BAGSTAD et al. 2012). Na recente prática internacional de avaliação de impactos sobre serviços, não foi encontrada nenhuma evidência

da utilização de métodos quantitativos para estimar magnitude dos impactos sobre os serviços (ROSA, SÁNCHEZ, submetido)⁶.

Como a principal fonte de dados desta pesquisa é um EIA que não foi feito para esse objetivo, não foi possível aplicar nenhum método quantitativo para estimar a magnitude dos impactos sobre os serviços, seja porque o método não era aplicável ao contexto do meio ou devido à falta de dados primários.

4-5. Critérios para análise das medidas de mitigação descritas no EIA

A análise das medidas de mitigação foi feita para os impactos identificados pela ASE e também descritos no EIA. Esta etapa é baseada em dois critérios:

1. Presença ou ausência de medida ou programa relacionado ao impacto identificado pela ASE.
2. Análise crítica do conteúdo da medida ou programa, visando verificar se essa é abrangente a ponto de mitigar, minimizar ou compensar o impacto sobre o beneficiário do serviço.

Verificou-se a ausência ou presença de medida mitigação no EIA que poderia englobar os impactos identificados pelo ASE. Posteriormente foi analisado se a medida era abrangente de tão maneira que mitigaria os efeitos negativos do impacto, especificamente sobre o beneficiário do serviço ecossistêmico impactado, conforme prevê o objetivo de mitigação da ASE.

4-6. Desenvolvimento dos trabalhos em campo

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos por meio técnicas de avaliação expedita (*rapid appraisal*) em duas etapas. A primeira etapa objetivou confirmar a triagem preliminar dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados, auxiliando o processo de priorização dos serviços. Já na segunda etapa, o principal objetivo foi compreender o nível de dependência dos beneficiários pelos serviços, conforme recomendam Landsberg et al. (2013).

⁶ ROSA, J.C.S.; SÁNCHEZ, L. E. Is the ecosystem service concept improving impact assessment? Evidence from recent international practice. Submetido em dezembro de 2013 ao journal Environmental Impact Assessment Review.

4-6.1. Primeira etapa do trabalho de campo

A primeira parte do trabalho de campo foi realizada em fevereiro de 2013, e permitiu confirmar a triagem preliminar dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados, identificar seus beneficiários e subsidiar o processo de priorização dos serviços. Para tanto, foram utilizadas duas técnicas de avaliação expedida (USAID, 2010):

1. Observação direta, baseada em visitas ao sítio do projeto e às comunidades afetadas. Essa técnica é recomendada para coletas de dados visuais, como infraestrutura, modo de vida e comportamento de comunidades (USAID, 2010).
2. Mini pesquisas (*Mini surveys*), baseadas em aplicação de questionários a atores-chaves, recomendada para populações homogêneas quando a representatividade estatística não é necessária ou quando não é possível de ser realizada (USAID, 2010). Essas pesquisas geralmente são baseadas em aplicações de questionários curtos (de que 15 a 30 questões) focados em um assunto comum à comunidade (KUMAR, 1990).

Uma visita guiada ao canteiro de implantação da mina, conduzida por gestores da empresa, foi associada a entrevistas livres sobre as principais atividades do projeto, seu processo de desenvolvimento e seu impacto, conforme pressupõe os objetivos da técnica. Posteriormente uma visita não guiada foi feita às comunidades que compõem a área direta e indiretamente afetada pelo projeto, descrita no EIA (MMX/BRANDT, 2007). Os locais escolhidos para a realização das visitas são listados a seguir (figura 16).

- (i) O distrito de São Sebastião Bom Sucesso, que inclui as comunidades Sapo, Turco e Cabeceira do Turco, está localizado próximo a futura cava e utiliza água das nascentes desta serra. Essa localidade é composta por 76 domicílios (DIVERSUS, 2011).
- (ii) A comunidade de Água Quente e região, está localizada a jusante da barragem de rejeito. Os córregos que abasteciam essas comunidades foram afetados pelo projeto. Essa localidade é composta por 47 domicílios, segundo levantamento censitário realizado em 2011 por Diversus (2011).

- (iii) O distrito de Dom Joaquim, está localizado próximo a adutora de água. O esgoto sanitário deste distrito é despejado no mesmo rio em que o projeto irá captar água. Nesta localidade foram visitados apenas os domicílios localizados próximos ao ponto de captação de água do empreendimento.

Os domicílios representados em vermelho na figura 16 não foram visitados porque esses encontram-se na área diretamente afetada pelo projeto, e já foram enquadrados em programas de reassentamento.

Figura 16: População afetada pelo empreendimento. Cada domicílio é representado por um ponto amarelo. Os círculos azuis representam as comunidades visitadas ao longo do trabalho de campo. Neste mapa está representado apenas os primeiros cinco anos de exploração da cava.

Fonte: Diversus, 2011

A visita às comunidades foi associada ao desenvolvimento da técnica de mini pesquisas, por meio da aplicação de um questionário (apêndice 2). O questionário foi desenvolvido com objetivo de identificar serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus beneficiários. A aplicação do questionário foi baseada no

conceito de saturação (GUERRA, 2006), como pressupõem pesquisas qualitativas. Deste modo, o questionário foi aplicado a diferentes famílias e quando os aplicadores percebiam que as respostas se repetiam entre as famílias da mesma comunidade, a aplicação foi interrompida.

A utilização do conceito de saturação se justifica pela análise dos estudos complementares ao EIA (MMX/ENERGY CHOICE, 2008; DIVERSUS, 2011), que utilizaram metodologia censitária para levantamento de dados e cadastro de atingidos em todas as comunidades da área diretamente afetada e da área de influência direta do projeto. Os resultados dos dois estudos demonstraram que as famílias de uma mesma comunidade vivem de maneira bastante similar, comprovando que as comunidades são homogêneas, como pressupõe a técnica de mini pesquisas (USAID, 2010). Além disso, a técnica de mini pesquisas é muito recomendada quando o objetivo é complementar os dados de outras pesquisas quantitativas já realizadas (KUMAR, 1990). Portanto, nesta pesquisa admitiu-se que foi desnecessário aplicar os questionários em uma amostragem que pudesse ter representatividade estatística, uma vez que já estão disponíveis diversas informações quantitativas e qualitativas sobre as comunidades pesquisadas.

4-6.2. Segunda etapa do trabalho de campo

O objetivo da segunda etapa do trabalho de campo foi coletar informações específicas para analisar a vulnerabilidade dos beneficiários afetados, aspecto utilizado para determinar a significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos. Nesta etapa, foram aplicadas as duas técnicas de avaliações expeditas (USAID, 2010) utilizadas na primeira etapa do trabalho de campo, por se tratar novamente de complementação de dados, sem necessidade de amostragem estatística.

Para tanto, uma ficha campo (apêndice 3) guiou as entrevistas, que foram realizadas no período de 10 a 15 de fevereiro de 2014. A partir dessa ficha foram analisados dois aspectos, a importância do serviço para os beneficiários e a possibilidade de substituição do serviço. Para tanto foram feitas as seguintes perguntas aos entrevistados:

1. Com que frequência você desenvolve tal atividade (para cada serviço prioritário pré-determinado)?

2. Quão importante é essa atividade/serviço para você: Muito importante, importante ou pouco importante?
3. Você tem alternativa para desenvolver essa atividade ou adquirir o benefício que tal atividade/serviço lhe proporciona? Se sim quantas?
4. Você está disposto a utilizar essa alternativa?

Após as entrevistas as alternativas de locais para acessar os benefícios, que foram indicados pelos beneficiários, foram visitadas.

5- Caracterização do caso de estudo

Embora desde os anos de 1970 houvesse grande número de alvarás de pesquisa mineral concedidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM em Conceição do Mato Dentro, somente a partir de 2006 foi divulgada a intenção da empresa MMX de desenvolver o projeto “Minas-Rio”, composto por uma nova mina denominada Sapo-Ferrugem, um mineroduto e um terminal marítimo denominado Porto de Açú, no Estado do Rio Janeiro. O projeto Minas-Rio foi vendido à empresa Anglo Ferrous Minas-Rio Mineração S.A em 2008, que em 2010, após uma reestruturação organizacional reassumiu sua marca oficial Anglo American (BECKER e PEREIRA, 2011). A princípio a Anglo American adquiriu 59% da mina e do mineroduto e 49% do terminal marítimo, posteriormente, a Anglo American passou a ser a única proprietária da mina e do mineroduto, mas manteve a sociedade com o grupo EBX por meio do Terminal marítimo.

O estudo de caso desta pesquisa se refere apenas a primeira estrutura do Projeto Minas-Rio, a mina localizada entre os municípios de Conceição do Mato Dentro e Alvorada de Minas. O projeto inicial previa duas cavas, a primeira localizada em Conceição do Mato Dentro nas serras do Sapo e Ferrugem e a segunda em Alvorada de Minas na Serra de Itaponhacanga. Entretanto como a previsão de exploração da segunda cava era de 20 anos após o início de operação da primeira cava o órgão ambiental mineiro não autorizou a licenciamento da segunda cava, sugerindo que esse fosse feito em ano próximo ao da expectativa de exploração.

As serras do Sapo e Ferrugem fazem parte do peculiar complexo montanhoso da Serra do Espinhaço, um ambiente que fornece serviços ecossistêmicos

especialmente para as comunidades rurais e tradicionais, o qual foi reconhecido como Reserva da Biosfera em 2005 (SEMAD et al., 2005; DOMINGUES et al., 2011). Conceição do Mato Dentro é uma das cidades mais antigas de Minas Gerais, está localizada a 167 km a Norte da capital, na Serra do Espinhaço. Historicamente, foi explorada no ciclo do ouro, de forma rudimentar e ainda guarda algumas características da atividade minerária desde o início do século XVII (COSTA, 1975; BECKER, 2009). A população total está estimada em 17.908 habitantes, sendo que 31,49% estão na zona rural e 12.269 habitantes na área urbana (IBGE, 2010). A economia instituída na mineração sofreu decadência com o declínio da produção de ouro na década de 1830 e passou a basear-se numa economia de subsistência agropastoril, com incentivos para o desenvolvimento turístico (BECKER, 2009).

5-1. A mina Sapo-Ferrugem e as comunidades afetadas

A operação da lavra é a céu aberto, formando uma cava na vertente leste das serras do Sapo e Ferrugem com extensão final de aproximadamente 12 km. A abertura da cava será sequenciada de acordo com a concessão das licenças de operação. Na área industrial estão previstas a planta de beneficiamento mineral, escritórios, oficinas para manutenção de equipamento e um pátio de insumos e resíduos. A expectativa de produção é de 26,6 milhões de toneladas por ano de concentrado de minério de ferro a úmido, sendo gerado por meio de beneficiamento por flotação, com vida útil de 40 anos. Os estéréis dos primeiros cinco anos de exploração serão armazenados em uma única pilha de estéril na Serra do Sapo (MMX\BRANDT, 2007).

Como estruturas auxiliares da mina, haverá uma barragem de rejeitos com capacidade de aproximadamente 20 anos, que ocupará uma área de cerca de 900 hectares, na divisa dos municípios de Alvorada de Minas e Conceição do Mato Dentro. A adutora de água de 32 km, com captação no município de Dom Joaquim até a área industrial, completa as estruturas do projeto. A captação de água é na ordem 2.500 m³/h, sendo que a maior parte será destinada para o transporte do minério (1.717 m³/h). A figura 17 apresenta as principais estruturas do projeto, as comunidades afetadas, os principais cursos d'água impactados e o ponto de captação de água do distrito de São Sebastião do Bom Sucesso.

Figura 17: Estruturas do projeto, comunidades afetadas e principais cursos d'água afetados

A borda leste do Espinhaço Meridional, território onde se localiza a Mina Sapo-Ferrugem, apresenta vulnerabilidade natural muito alta, indicada pelo Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais – ZEE/MG. Essa vulnerabilidade é devido à fragilidade dos ecossistemas ligados ao Cerrado, Mata Atlântica e especialmente, os Campos Rupestres, pelo alto nível de integridade da flora, a prioridade para conservação da fauna, e a alta vulnerabilidade do solo que apresenta susceptibilidade a erosão e a contaminação, sendo, portanto um ambiente de prioridade muito alta para conservação dos ecossistemas (SEMAD et al. 2005; SISEMA, 2008; DRUMMOND et al. 2005).

As comunidades afetadas foram identificadas e caracterizadas ao longo do licenciamento ambiental em estudos antropológicos complementares ao EIA (DIVERSUS, 2011) por solicitação do órgão ambiental licenciador. A partir desse estudo identificou-se que todos os moradores da comunidade **Buritis** haviam vendido suas propriedades a empresa denominada Borba gato agropastoril entre o ano de 2005 e 2007. As comunidades **Água Santa** e **Ferrugem** foram enquadradas em programa de reassentamento, desenvolvido pelo empreendedor, para viabilizar a implantação da barragem de rejeitos e a operação da lavra respectivamente.

Em maioria as comunidades são compostas por pequenos agricultores em nível de subsistência, que esporadicamente vendem os excedentes especialmente da produção de verduras, frutas, queijo, doces, biscoitos e cachaça. Os serviços públicos nessa região são precários. A própria comunidade desenvolveu meios de abastecimento de água (figura 17 ponto verde), por meio de nascentes que inclusive abastece a única escola na região. O esgoto sanitário é lançado diretamente nos córregos próximos, ou em fossas negras construídas pelas próprias famílias. O lixo é coletado uma vez por semana na sede do Distrito de São Sebastião do Bom Sucesso, parte mais central das comunidades ou é incinerado. Os córregos e rios da região são utilizados para recreação, pesca e atraem turistas.

5-2. Status do licenciamento ambiental e principais conflitos

Em agosto de 2007 a Anglo American recebeu a licença prévia do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama que atestou a viabilidade ambiental do mineroduto (IBAMA, 2007), mas somente em dezembro de 2008 o órgão ambiental de Minas Gerais, aprovou a licença prévia da mina, com mais 100 condicionantes (SISEMA, 2008). Esse fato foi assunto da primeira ação civil pública contra o empreendimento ajuizada pelo Ministério Público Federal – MPF. Na ação o MPF afirmava que a licença ao mineroduto não poderia ter sido concedida antes da licença da mina, porque os empreendimentos eram complementares, um não teria função sem o outro. Sendo assim o MPF solicitava a anulação das licenças concedidas e uma análise integrada dos impactos da mina e do mineroduto pelo Ibama (MPF, 2009). A ação ainda não foi julgada, portanto as licenças foram mantidas.

Neste período a população local atingida pelo empreendimento e algumas ONG's locais criaram um movimento social chamado "Fórum de desenvolvimento sustentável" com objetivo de discutir a viabilidade ambiental da mineração e seus efeitos sobre o turismo e a população. Depois de alguns encontros o movimento se fragmentou por diversos conflitos internos (BECKER e PEREIRA, 2011).

Em dezembro de 2009 a licença de instalação (LI) fase I foi concedida a mina, e somente em dezembro de 2010 a licença de instalação fase II foi concedida, que atualmente representa a área de instalação do projeto. Essa divisão da LI não é um fato comum no Brasil, e segundo órgão ambiental licenciador se justifica, uma vez que, o empreendedor somente solicitou em 2009 a autorização para instalar uma parte do empreendimento (SISEMA, 2009). Este foi o motivo da segunda ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público Estadual - MPE, mas as licenças foram mantidas.

Em 2012 mais uma ação civil pública foi ajuizada contra o empreendedor, denunciando intervenções em sítios arqueológicos sem a autorização do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - Iphan, que resultou na paralisação temporária das obras do projeto. Em 2013 foram feitas diversas recomendações a empresa, pela Defensoria Pública de Minas Gerais, MPE e MPF. A empresa foi acusada de violação de direitos humanos, poluição de córregos e rios, interdição de estradas e caminhos e especialmente prejuízos a saúde e segurança de alunos de uma escola estadual em Alvorada de Minas, devido ao aumento no nível de poeira e do tráfego de veículos pesados em vias próximas a escola (MPF et al. 2012). A empresa respondeu e acatou todas as recomendações.

6- Resultados

Os resultados desta pesquisa foram organizados de acordo com as etapas da ASE (figura 18), que foram determinadas na metodologia desta pesquisa segundo Landsberg et al. (2011; 2013), Sloodweg et al. (2010), principalmente.

Figura 18: Esquematização dos resultados, de acordo com as etapas da ASE

Sendo assim os resultados são apresentados em sete pontos:

- 1- Identificação e caracterização dos ecossistemas potencialmente afetados pelo projeto e seus serviços.
- 2- Identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus beneficiários.
- 3- Impactos descritos no EIA versus serviços ecossistêmicos potencialmente impactados identificados pela ASE.
- 4- Serviços ecossistêmicos prioritários.
- 5- Avaliação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.
- 6- Impactos significativos descritos no EIA versus impactos significativos descritos por meio da ASE.
- 7- Análise da mitigação dos impactos identificados pelo EIA e pela ASE.

6-1. Identificação e caracterização dos ecossistemas afetados e seus serviços

A identificação dos ecossistemas potencialmente afetados foi feita com base nas informações apresentadas na porção diagnóstica do EIA. Para tanto as informações sobre cobertura vegetal e o uso do solo, foram utilizadas, conforme o EIA resume por meio da tabela 2.

Tabela 2: Uso do solo da ADA por tipo de estrutura do empreendimento (em hectares).

<i>Descrição</i>	<i>Barragem</i>	<i>Canteiro de obras</i>	<i>Cava do Sapo</i>	<i>Pilha de estéril</i>	<i>Usina de beneficiamento</i>	<i>Total</i>
Vegetação florestal	89,45	-	96,9	2,59	-	188,94
Pasto	130,19	11,9	14,58	81,83	-	238,5
Candeial	-	-	8,93	6,42	7,48	22,83
Capoeirinha	321,14	-	201,53	46,9	48,65	618,22
Pasto sujo	330,11	-	51,61	-	53,82	435,54
Vegetação sobre canga	-	-	460,13	-	-	460,13
Sedes de fazendas	8,58	-	-	-	-	8,58
Total	879,47	11,9	833,68	137,74	109,95	1.972,74

Fonte: MMX/BRANDT (2007, p. 691).

Com as informações do diagnóstico apresentado no EIA, foram identificados os seguintes ecossistemas Campos rupestres, Floresta, do bioma de Mata Atlântica, Sistemas antrópicos e diversos ecossistemas aquáticos. De acordo com as informações do EIA também identificou-se quais estruturas do projeto serão instaladas em cada um desses ecossistemas (quadro 4). A partir do detalhamento do EIA, sobre a descrição do uso do solo, considerou-se os ambientes de vegetação florestal, candeial e capoeirinha sendo parte do ecossistema Floresta. O ambiente de vegetação sobre canga equivale ao ecossistema Campos rupestres e os pastos sujos e sedes de fazendas foram enquadrados nos Sistemas Antrópicos.

Quadro 4: Identificação dos ecossistemas afetados de acordo com cada estruturas do projeto.

<i>Ecosistemas</i> <i>Estrutura do projeto</i>	<i>Campos rupestres</i>	<i>Floresta</i>	<i>Sistemas antrópicos</i>	<i>Ecossistemas aquáticos</i>
Cava				
Usina de beneficiamento				
Barragem de rejeito				
Pilha de estéril				
Canteiro de obras				
Adutora de água				

6-1.1. Caracterização dos ecossistemas afetados

Apesar do EIA apresentar as informações de maneira segmentada no diagnóstico ambiental, procurou-se sistematizar essas informações em uma breve caracterização desses ecossistemas associada a levantamentos bibliográficos.

1- Campos Rupestres

Os campos rupestres (figura 19) equivalem aos “Refúgios montano e altos montanos” descritos pela classificação fitogeográfica da vegetação brasileira, caracterizada como “vegetação relíquia que persiste em situações especialíssimas, como é caso de comunidades localizadas em altitudes acima de 1.800 m” (IBGE, 1992 p.32). Essa região é prioritária para conservação de Minas Gerais, devido a alta riqueza de espécies e endemismos e seu intrínseco valor paisagístico, (DRUMMOND et al. 2005), além de ser um ambiente sensível com baixa resiliência, segundo o ZEE/MG e portanto com baixa capacidade de resistir a intervenções que podem resultar em impactos negativos (SISEMA, 2008).

Na região do empreendimento existem dois tipos de campos rupestres, os sobre canga ferruginosa e sobre quartzito. Portanto esse complexo de rochas formam dois aquíferos um de itabiritos e outro quartzito. Essa é uma importante região de drenagem do rio do Peixe, onde será captada a água para abastecimento do projeto. A região tem um elevado número de nascentes, que serão afetadas pelo projeto, devido a instalação de um sistema de rebaixamento de lençol freático (MMX/BRANDT, 2007).

Figura 19: À esquerda vista do topo da Serra do Sapo, apresentando o afloramento quartzítico, a cidade de Conceição do Mato Dentro aparece ao fundo. À direita outra região da Serra do Sapo, demonstrando a vegetação típica dos campos rupestres sobre canga, especialmente uma população bastante antiga de canela de ema (*Vellozia* sp).

Fonte: MMX/ BRANDT, 2007. p. 291 e 259

Para esta região o EIA relatou a observação de 22 cavidades naturais e pouca riqueza de aves, porém destacou a importância deste ambiente para espécies típicas de áreas abertas como ararinhas e siriemas. Entretanto o EIA considerou a possibilidade de haver mais espécies que não foram amostradas e a presença de espécies desconhecidas pela ciência. Nas campanhas de campo do EIA foi inventariado, por meio de indício, apenas o mamífero lobo guará, muito encontrado em áreas de campos rupestres. Porém a análise do EIA indica que os mamíferos amostrados no ecossistema Floresta transitam nos campos rupestres, especialmente das ordens Edentata (tatus e tamanduás) e Carnívora (raposa, cachorro-do-mato, jaguatirica) (MMX/BRANTD, 2007).

O diagnóstico da herpetofauna, apresentado pelo EIA não permitiu diferenciar os indivíduos de acordo com a vegetação conforme foi apresentado para os outros grupos da fauna. O inventário foi feito para duas regiões, a serra do Sapo e a serra de Itapoanhacanga, esta última foi excluída do processo de licenciamento. Contudo para a região da serra do Sapo, o EIA afirma que foram amostradas 31 espécies de anfíbios, sendo a maioria generalista encontrados em diversos territórios. Ademais foi encontrada apenas uma espécie ameaçada de extinção (*Crossodactylus bokermani*), três desconhecidas pela ciência e treze espécies de répteis (MMX/BRANTD, 2007).

O aspecto da vegetação varia nesta região entre arbustos e herbáceas até regiões com arbusto em afloramentos rochosos. De maneira geral a região é bem

preservada, abriga espécies ameaçadas de extinção, e diversas plantas de interesse paisagístico (MMX/BRANTD, 2007).

2- Floresta: Mata Atlântica

Essa porção de Mata Atlântica equivale a “Floresta estacional semidecidual montana” é caracterizada por apresentar duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa e outra seca, (IBGE, 1992). Neste caso a floresta ocupa áreas em regiões com mais de 500 metros de altitude, com predomínio de vegetação de Candeial com alguns locais de afloramento quartzito. Essa formação é mais degradada do que os campos rupestres, porque sofria pressão de extração de madeiras e produção de carvão na década de 1990. A extração de madeira continua atualmente, entretanto em pequena escala, especialmente para utilização de lenha, construção de casas e reformas de cercas pelas comunidades locais. Durante as campanhas de campo realizadas pelas equipes do EIA foram observadas diversas epífitas, que sugerem o estágio secundário da vegetação, uma vez que, essa categoria de plantas só se desenvolve em área com vegetação estruturada onde há árvores em estágio bem avançado de crescimento (MMX/BRANDT, 2007).

Dentre os ecossistemas afetados pelo empreendimento este é o de maior riqueza de habitats e por consequência de espécies, foram encontrados indícios de mamíferos como *Puma concolor* (Suçuarana) e *Sylvilagus brasiliensis* (Tapeti). Nessa região foi amostrada, por meio de observação pela equipe do EIA, a maior riqueza de aves, incluindo as Arapaçus (*Dendrocolaptidae*) e Vira-folhas (*Sclerurus scansor*, *Lochmias nematura*), que são indicadores de qualidade ambiental (MMX/BRANDT, 2007).

O EIA afirma ainda que nessa região são coletadas flores ornamentais. Durante o trabalho de campo identificamos que o propósito desta coleta é principalmente confecção de jardins sem fins comerciais. Além disso, o EIA amostrou espécies de serpentes de importância médica, e agrupamentos de *E. erythropappus*, da qual pode ser extraído óleo de grande valor econômico, utilizado em perfumaria e farmacologia. Por fim, segundo o EIA a beleza natural da região é um elemento importante para o desenvolvimento da cadeia produtivo do turismo, associada a presença de cavernas e interesse arqueológico (MMX/BRANTD, 2007).

3- Sistema antrópico

Sistemas antrópicos ou secundários são aquelas áreas, onde houve uma intensa intervenção humana para o uso da terra, por exemplo, para o desenvolvimento da mineração, agricultura ou criação de animais (IBGE, 1992). No caso em estudo, esse sistema se refere a um vale, com pastagens "abandonadas" ou extensivamente manejadas com grande quantidade de arbusto, com pequenas propriedades rurais desenvolvendo agricultura e criação de animais em pequena escala (MMX/BRANDT, 2007). A biodiversidade nestes sistemas geralmente é baixa e não foram encontradas espécies ameaçadas de extinção, entretanto a região é importante para aves, porque serve como habitat de áreas abertas. Há também importantes cavidades naturais de interesse arqueológico e cursos d'água com mata ciliar preservada. Este ambiente é também encontrado na região que se pretende implantar a barragem de rejeito, especialmente lavouras, pomares, jardins e quintais junto às residências rurais, em escala de subsistência, o que serve de abrigo e alimentos para a fauna nativa. A região está inserida na sub bacia do córrego Pereira, afluente do Rio do Peixe, onde será captada a água nova para o processamento industrial do empreendimento (MMX/BRANDT, 2007).

4- Ecossistemas Aquáticos: principais rios e córregos

Existem dois importantes córregos afluentes do rio do Peixe, onde será captada a água nova para o processo industrial. Estes córregos foram identificados a partir dos trabalhos de campo, sendo que um deles o Passa Sete, localiza-se na área da barragem de rejeitos e o outro o Pereira na região em que será instalada a pilha de estéril. Esses dois córregos abastecem comunidades, que os utilizam com propósitos recreativos, para pescar, lavar roupas, tomar banho e para captação de água para uso doméstico (DIVERSUS, 2011) pois não há outra forma de abastecimento de água.

Sobre o rio do Peixe, estudos complementares afirmam que este é usado para recreação, descarga de esgoto sanitário do município de Dom Joaquim e geração de energia elétrica em pequena escala (VOGBR, 2007). O rio do Peixe é afluente do rio Santo Antônio, onde foram identificados três espécies ameaçadas de extinção, *Steindachneridion doceana*, *Henochilus wheatlandi*, que é também

endêmico e o *Brycon opalinus*. Já os demais córregos da região afetados pelo empreendimento aparentemente apresentam riqueza e diversidade inferiores aos demais trechos da bacia hidrográfica do rio Doce (MMX/BRANDT, 2007).

O diagnóstico da limnologia apresentado no EIA permite inferir sobre a qualidade da água dos córregos afetados pelo projeto. O índice de diversidade de Shannon-Weaver para a comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica na maioria dos ambientes foi médio, entre 1 e 3, o que caracteriza águas moderadamente poluídas. Apesar da diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos ter variado bastante em cada ponto de coleta, de modo geral também configura um estágio moderado de poluição. Esse fato é devido à proximidade das comunidades ribeirinhas aos córregos que não são contempladas com saneamento básico. A exemplo deste fato, relaciona-se a amostragem do molusco *Biomphalaria sp.*, hospedeiro intermediário do parasita *Schistosoma mansoni*, causador da doença esquistossomose. O ciclo de vida deste parasita se completa quando seus ovos, eliminados nas fezes humanas, alcançam as águas. Do ponto de vista físico-químico os cursos d'água da região, especialmente nas serras do Sapo e Ferrugem, apresentam baixa turbidez, e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A concentração de coliformes fecais é considerada um pouco elevada em relação aos demais parâmetros, embora nenhum deles tenha ultrapassado os limites estabelecidos para classe 2 (MMX/BRANDT, 2007).

6-1.2. Identificação dos serviços dos ecossistemas afetados

Apesar do diagnóstico ambiental do caso em estudo não ter sido feito sobre a perspectiva da ASE, e, portanto, era de se esperar que diversos serviços não pudessem ser identificados, verificou-se quais e quantos serviços poderiam ser identificados com as informações disponíveis no EIA e seus complementos. Os resultados apontam as necessidades de mudança no diagnóstico ambiental, caso haja o emprego do conceito de serviços ecossistêmicos a avaliação de impactos de projetos.

Conforme estabelecido na metodologia desta pesquisa a categoria de serviços de suporte foi excluída dessa identificação, uma vez que, considera-se que esta categoria está relacionada com a integridade ecológica do ecossistema e com a

manutenção do fornecimento de todos os serviços, deste modo esta é contemplada pela análise das outras categoria (LANDSBERG et al. 2013; FISHER et al. 2009).

A partir da análise das informações descritas no EIA e em seus estudos complementares, associada à descrição genérica de cada serviço ecossistêmico fornecido por de Groot et al. (2010), Landsberg et al. (2011) e Hassan et al. (2005) procurou-se identificar os serviços de cada um dos ecossistemas afetados conforme está sistematizado no quadro 5, que relaciona a lista de serviços ecossistêmicos de Landsberg et al. (2011) (anexo 1) com cada ecossistema afetado identificado anteriormente. A marcação do fornecimento do serviço é definida segunda informações chaves disponível no EIA, representado no quadro pelo número da página na qual pode se encontrar a informação relacionada.

Como resultado, constatou-se uma dificuldade para a identificação dos serviços de cada ecossistema. Embora o EIA forneça a classificação de ecossistemas baseada no uso do solo e na cobertura vegetal, as outras porções do estudo, tanto a do meio físico quanto biótico, não seguem a mesma classificação. Além disso, cada porção diagnóstica do EIA seguiu um escala para a coleta de dados, e poucas partes relacionam seus resultados a outras porções do EIA. Esse fato demonstra quão desintegrado é o diagnóstico ambiental do caso em estudo, que possivelmente representa a maioria dos EIAs no Brasil, uma vez que, a falta de integração de EIAs já foi demonstrada por vários estudos (MPF, 2004 TCU, 2009).

Quadro 5: Ecossistemas afetados e seus serviços de acordo com informações do EIA e seus complementos

Serviços	Subcategoria	Campos Rupestres	Floresta	Sistemas antrópicos	Ecossistema aquático	Comentário suporte
Serviços de provisão						
Alimentos	1. Culturas agrícolas e 2. Criação de animais			EIA p. 500-502, 679-692 Diversus p. 71-88		A população diretamente afetada desenvolve atividades relacionadas à agricultura de subsistência. O projeto será implantado na área onde esses serviços são fornecidos. O projeto poderá impedir o acesso ao recurso ou degradar o ecossistema que fornece os serviços.
	3. Pesca				Diversus p.64. EIA p. 560-563	Diversus indicou que a pesca é realizada em cursos d'água onde o projeto causou assoreamento e poluição de cursos d'água, o que prejudicou a atividade. Além disso o EIA também relata que há espécies de peixes que em épocas de desovas migraram para cabeceiras dos rios, que poderão ser afetados pelo projeto.
	4. Aquicultura			EIA p. 458 Diversus p. 344	Diversus p. 344	De maneira muito superficial o EIA e Diversus demonstram que a criação de peixes ocorre na região, apesar de não indicarem onde e por qual comunidade.
	5. Alimentos não cultivados					O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento deste serviço.
Material biológico	6. Madeira		EIA p. 483			O EIA afirma que o ecossistema Floresta é impactado pela extração de madeira.
	7. Fibras e resinas					O diagnóstico do EIA não fornece dados que permita identificar esses serviços.
	8. Pele de animal					Estes serviços não são fornecidos por nenhum ecossistema afetado pelo projeto.
	9. Areia de coral					
	10. Recursos ornamentais	EIA p.482				O EIA indica que há coleta de plantas ornamentais, especialmente orquídeas, na área onde haverá a extração do minério.
11. Combustível de biomassa		Diversus p. 67-68	Diversus p. 67-68			Diversus amostrou mais de 100 pessoas que relataram extrair lenha no topo das serras e em áreas de entorno dessas.
12. Fornecimento de água		EIA p. 693-699 Diversus p.50-53			EIA p. 693-699 Diversus p.50-53	Diversus afirma que a população da área de entorno do projeto é abastecida por nascentes ou cursos d'água impactados pelo projeto, seja por assoreamento ou poluição. Por outro, lado o EIA indicou o potencial de gerar energia elétrica do rio do Peixe, onde será captada água para o projeto.
13. Recursos genéticos						O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento deste serviço.

Serviços	Subcategoria	Campos Rupestres	Floresta	Sistemas antrópicos	Ecossistema aquático	Comentário suporte
14. Bioquímicos e medicina natural		EIA p.541	EIA p. 487			O EIA amostrou espécies de serpentes (gêneros Bothrops e Crotalus) e da planta (E. erythropappus) ambas de importância médica que ocorrem onde o projeto será implantando.
Serviços reguladores						
15. Regulação da qualidade do ar		EIA p. 223-233				O EIA demonstrou, por meio de monitoramento, que a qualidade do ar é boa em todas as regiões e em todas as épocas do ano, exceto em épocas de seca em poucos pontos amostrados nos sistemas antrópicos.
Regulação do clima	16. Global					O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento deste serviço.
	17. Regional e local	EIA 204-220				A análise do clima regional feita pelo EIA demonstra estabilidade em relação à temperatura média e umidade anual. Já a precipitação anual é mais inconstante, característica de clima tropical. O EIA afirma ainda que a instalação do empreendimento poderá alterar a regulação do clima de maneira local.
18. Regulação da recarga hídrica e fluxos de água		EIA p. 366-386				O EIA caracteriza os aquíferos e o processo de recarga hídrica da região. Os aquíferos são localizados na área dos campos rupestres e a floresta, o que influencia os fluxos de águas da região.
19. Controle de erosão		EIA 301-324				O EIA relata a fragilidade natural da região a processos erosivos. Além disso, demonstra que os principais focos de erosão são causados por intervenções humanas.
20. Purificação de águas e tratamento de efluentes		EIA p. 395-403 e 410-403			EIA p. 395-403 e 410-403	O EIA indica que a qualidade dos cursos d'água na região é boa, mesmo com a constante descarga de esgoto. Além do processo de autodepuração dos cursos d'água, acredita-se que os ecossistemas de Florestas e Campos rupestres contribuem para o processo de purificação das águas conforme descreve de Groot et al. (2002).
21. Regulação de doenças						O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento deste serviço.
22. Regulação da qualidade do solo		MMX/YKS p. 15				Apesar de estudos complementares ao EIA relatarem a presença de importantes espécies, da família <i>Scarabaeinae</i> , que promovem processos de manutenção do solo, não foi possível confirmar seu fornecimento. A análise desse serviço é complexa e deve envolver o entendimento da relação entre a diversidade de espécies chaves e suas funções no ecossistema do solo, com adequadas escalas espaciais e temporais (HEDLUND e HARRIS, 2012; BRUSSAARD, 2012).

Serviços	Subcategoria	Campos Rupestres	Floresta	Sistemas antrópicos	Ecossistema aquático	Comentário suporte
23. Regulação de pragas						O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento destes serviços
24. Polinização						
25. Regulação de desastres naturais						
Serviços culturais						
26. Recreação e ecoturismo		EIA p. 718 e Diversus p. 68	EIA p. 718	EIA p. 718	Diversus p. 64 EIA p. 697	O EIA relata que na região onde o projeto será implantado, ocorre turismo e a Diversus indica áreas recreativas que foram alteradas pela implantação do projeto.
27. Valores éticos e espirituais						O EIA não fornece informações que permita indicar o fornecimento deste serviço.
28. Valores educacionais e de inspiração		EIA p. 528, 539 e 541				O EIA inventariou espécies não identificadas pela ciência, na área onde projeto será implantado, o que sugere o potencial de valores educacionais da região.

Nota: Enumera-se os serviços ecossistêmicos como forma didática de apresentação dos resultados. Essa numeração é mantida ao longo do texto.

6-2. Identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e seus beneficiários

Conforme descrito na metodologia deste trabalho, os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados foram identificados a partir do estabelecimento das relações de causa e efeito entre as ações planejadas do projeto e as características ambientais e sociais da região afetada. As ações planejadas do projeto foram encontradas no EIA do projeto (MMX/BRANDT, 2007). As informações sobre as comunidades locais foram encontradas nos estudos complementares ao EIA (DIVERSUS, 2011), e validadas ao longo da primeira etapa do trabalho de campo. O detalhamento dessas relações de causa e efeito são apresentadas no apêndice 4.

6-2.1 Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados

A Figura 20 sistematiza, na forma de matriz, a análise da relação de causa e efeitos dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados identificados pela ASE. Para cada categoria de serviço ecossistêmico apresenta-se uma síntese do potencial de impacto. A identificação dos impactos é baseada na análise de causa e efeito, de acordo com dois critérios; (i) alteração no ecossistema que fornece o serviço ou mudança direta no fornecimento; (ii) aumento da demanda por serviços, conforme descrito na metodologia deste trabalho.

As atividades que envolvem a recuperação de áreas degradadas, demonstradas na figura 20 impactam os serviços ecossistêmicos de maneira positiva, assim como o EIA relatou. Entretanto espera-se que esses efeitos não sejam percebidos imediatamente pelos beneficiários de tais serviços, uma vez que, a recuperação da área degradada poderá ser iniciada em algumas áreas do projeto décadas após o início da operação. Além disso, a população somente poderá acesso a essa área novamente após o fechamento da mina.

A atividade “implantação do projeto”, listada na figura 20, engloba todas as atividades de construção civil, montagem eletromecânica, canteiros de obras e demais atividades de apoio. A própria presença do projeto na região impacta

serviços relacionados ao potencial turístico e de inspiração da região. Ademais, essa atividade também representa a conversão da área rural para área industrial, que tem alto potencial de impactar, especialmente, os serviços de regulação. Este impacto torna-se mais significativo nesse caso, devido à conversão de área rural que apresenta remanescentes florestados, em área industrial (EIGENBROD et al., 2011), podendo também induzir a urbanização rapidamente. Burkhard et al. (2012) demonstraram a relação entre a demanda por serviços e a capacidade dos ecossistemas em fornecê-los: em áreas urbanas, industriais e comerciais há um déficit de oferta de serviços, ao passo que em áreas rurais e cobertas com formações vegetais naturalmente florestadas, há um saldo em fornecimento de serviços. Portanto, o novo projeto de mineração, além de apresentar alta demanda por serviços, especialmente relacionados a recursos hídricos, irá converter uma área florestada em industrial, o que irá diminuir de maneira geral a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços.

Existe um grupo de serviços ecossistêmicos (“recursos genéticos”, “fibras e resinas”, “regulação do clima regional e global”, “regulação de pragas”, “regulação de doenças”, “polinização” e “regulação de desastres naturais”) sobre os quais não é possível fazer análise dos impactos, com as informações fornecidas pelo EIA. Portanto, esse resultado evidencia que se o diagnóstico ambiental na ASE for conduzido da mesma maneira que na atual prática de avaliação de impactos não será possível fazer uma análise adequada de todos os serviços.

Figura 20: Matriz de sistematização dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados por meio da análise da relação de causa e efeito

Forças motoras de mudança dos ecossistemas	Serviços ecossistêmicos	Serviços de provisão										Serviços reguladores							Serviços culturais										
		Culturas agrícolas	Criação de animais	Pesca	Aquicultura	Alimentos não cultivados	Madeira e outros produtos	Fibras e resinas	Recursos ornamentais	Pele de animal	Areia de coral	Combustível de biomassa	Fornecimento de água	Recursos genéticos	Bioquímicos	Regulação da qualidade do ar	Regulação do clima regional	Regulação do clima global	Recarga hídrica e fluxo de água	Controle de erosão	Purificação da água e tratamento de efluentes	Regulação de pragas	Regulação da qualidade do solo	Regulação de doenças	Polinização	Regulação de desastres naturais	Recreação e ecoturismo	Valores éticos e espirituais	Valores educacionais e inspiração
Mudança no uso e cobertura do solo	Supressão da vegetação																												
	Escavação e terraplanagem																												
	Implantação do projeto																												
	Extração do minério																												
	Recuperação da área degradada																												
Poluição	Construção e operação da área industrial																												
	Construção e operação de instalações auxiliares																												
	Disposição do estéril e rejeitos																												
	Transporte de pessoas e equipamentos																												
	Manutenção																												
Consumo de recursos locais	Captação de água para diversos usos do projeto																												
Mudanças na economia e demografia	Contração de mão de obra																												
	Aquisição de terras																												

Notas: (1) A marcação em cinza demonstra a possibilidade da atividade causar impacto sobre o serviço ecossistêmico relacionado.

(2) Não foi possível realizar análise de causa e efeito, com os dados disponíveis no EIA e seus complementos para os serviços destacados em negrito.

1. Serviços de provisão potencialmente impactados

O serviço ecossistêmico “alimentos não cultivados” somente refere-se à coleta de frutas; a caça não ocorre com frequência nessa região. O serviço ecossistêmico “Areia” é definido por Landsberg et al. (2011), classificação adotada nesta pesquisa, como “areia formada a partir de coral” (p.21) e não se aplica ao caso estudado.

O serviço “provisão de alimentos” (culturas agrícolas, pesca, criação de animais e aquicultura) é potencialmente impactado de cinco maneiras:

- Alteração do ecossistema: Deterioração da qualidade do solo devido ao desmatamento e ao aumento da erosão. Atividades como escavação e terraplanagem, especialmente em topos de montanha, como é neste caso, induzem ao aumento de erosão e assoreamento (de GROOT, 1992). A aquisição de terras pelo projeto que incluem terras produtivas, o que impossibilita a continuidade da produção de alimentos (DIVERSUS, 2011). Redução da disponibilidade hídrica causada pelo rebaixamento do lençol freático, associado alto nível demanda do projeto (BRAUMAN et al., 2007).
- Poluição: Deterioração da qualidade da água devido a poluição e assoreamento.
- Aumento da demanda por serviços: A indução do crescimento da urbanização aumenta a demanda por água, alimentos e energia (KROLL et al., 2012).

Os serviços; “combustível de biomassa” (lenha) e “recursos ornamentais” serão impactados, devido a alteração do uso do solo nos ecossistemas que os fornece, Floresta e Campos rupestres. Além da alteração dos ecossistemas, as comunidades perdem o acesso aos serviços, uma vez que, tal região passa a ser propriedade privada.

O EIA identificou a perda de potencial de geração de energia elétrica do rio do Peixe, devido à provável diminuição de sua vazão (MMX/BRANDT, 2007). Entretanto o EIA não considerou os múltiplos usos da água deste rio, foco da ASE (LANDSBERG et al., 2011). A partir dessa abordagem foi possível identificar que o abastecimento de diversas famílias será prejudicado, afetando suas atividades de subsistência relacionadas a agropecuária, seja pela diminuição da vazão dos rios e córregos ou por poluição e assoreamento destes. O EIA descreve os impactos

relacionados aos aspectos físicos da água, como assoreamento e perda da qualidade. Entretanto, não faz referência aos consequências sociais de tais impactos.

O fornecimento de água poderá ser impactado positivamente com a recuperação das áreas degradadas, conforme identificado pelo EIA, gerando efeitos positivos sobre os múltiplos usos da água, os quais também não foram considerados pelo EIA. Esses efeitos positivos não foram analisados nesta pesquisa porque; (i) o escopo da pesquisa é focado nos impactos negativos, (ii) esses impactos ocorrerão após anos de operação da mina, quando o projeto de recuperação de áreas degradadas for iniciado e (iii) não foi possível obter documentos relacionados a recuperação de áreas degradadas.

A porção diagnóstica do EIA relata a ocorrência de espécies de serpentes de interesse médico, na área diretamente afetada pelo projeto. Apesar da ausência de especificações sobre o uso de plantas medicinais e/ou fármacos, há uma descrição acerca do potencial de impactos sobre o serviço “bioquímicos”, devido a ocorrência dessas espécies de serpentes. Os dados disponíveis para esta pesquisa não possibilitou uma análise do potencial de impactos sobre os seguintes serviços: “fibras e resinas” e “recursos genéticos”.

2. Serviços de regulação potencialmente impactados

Embora o guia de boas práticas da mineração (ICMM, 2010) afirme que a supressão da vegetação influencia a capacidade do ecossistema de regular pragas e doenças, o EIA não apresentou estudos que possibilitasse a identificação de impactos sobre esses serviços. Ademais não foi possível realizar nenhuma análise com as informações disponíveis no EIA de impactos sobre os seguintes serviços; “regulação do clima”, “regulação de pragas”, “regulação de doenças” e “regulação de desastres naturais”. Tal resultado evidencia que os dados coletados normalmente na atual prática de avaliação de impactos não são suficientes para análise de todos os serviços ecossistêmicos. Conforme concluíram Honrado et al. (2013) estes serviços normalmente não são considerados nem de maneira implícita, em avaliações de impactos de projetos.

O serviço ecossistêmico “purificação de água e tratamento de efluentes” poderá ser impactado pela diminuição da vazão dos córregos e rios, pela captação de água, pela supressão de nascentes e interferência nos aquíferos. O projeto poderá representar carga adicional de poluentes, provenientes da manutenção de equipamentos e efluentes sanitários da área administrativa (LANDSBERG et al., 2011; ALCAMO, 2003).

A vegetação é um dos elementos mais importantes para a manutenção do fornecimento de serviços ligados a água (BRAUMAN et al., 2007). Portanto, haverá um impacto significativo sobre todos serviços relacionados a água nos locais de supressão da vegetação especialmente a cava. Os impactos sobre recarga hídrica e fluxos de água da área onde o minério será extraído são bastante explorados no EIA, devido ao rebaixamento do lençol freático. O impacto sobre o serviço “controle de erosão” também é avaliado no EIA e deve ser causado principalmente pela supressão da vegetação, disposição de estéreis e rejeitos e atividades de escavação e terraplanagem.

3. Serviços culturais potencialmente impactados.

O serviço ecossistêmico “recreação e ecoturismo” é o mais fácil de ser identificado, desta categoria. O componente turismo é frequentemente considerado na atual prática de AIA, entretanto o uso recreativo dos ecossistemas, pela população local não foi identificado no EIA (MMX/BRANDT, 2007). Uma vez que, o EIA não identificou as comunidades locais, não poderia, portanto, identificar o uso que essas fazem dos ecossistemas. A identificação neste trabalho só foi possível com a análise de documentos complementares e observações diretas em campo. O serviço “valores educacionais e de inspiração”, tem alto potencial de ser impactado porque trata-se de uma região com alto potencial de espécies desconhecidas pela ciência e de alta beleza natural e áreas prioritárias para conservação (DRUMMOND et al. 2005; SEMAD et al. 2005).

6-2.2. Identificação dos beneficiários afetados

A identificação dos beneficiários afetados foi realizada sob duas perspectivas, análise documental e desenvolvimento de técnicas de avaliações expeditas em campo. A análise documental focou principalmente um estudo complementar censitário, realizado em 2011 (DIVERSUS, 2011). Neste estudo foram identificados 417 domicílios em uma área denominada “área de entorno do empreendimento”, dividida em 22 localidades, por autodenominação (figura 17, capítulo 5, deste trabalho). Os resultados de Diversus (2011) apontam que todas as localidades declaram ter algum tipo de problema/conflito causada pelo empreendimento, como “Desde que a empresa chegou, eu não posso mais pescar” (p. 27). A maior parte das informações de tal estudo é fornecida dessa maneira o que possibilitou identificar diversos serviços que foram impactados. Entretanto, baseado em tais informações não foi possível apontar quem eram os beneficiários ou quais ecossistemas forneciam estes serviços, porque as informações são apresentadas genericamente sem localização.

Nos primeiros dias do trabalho de campo foram visitadas todas as regiões descritas em Diversus (2011), com a posterior determinação das localidades para aplicação dos questionários. As localidades determinadas são descritas a seguir, foram escolhidas de acordo com os ecossistemas afetados (descritos na seção 6.1.1). A aplicação dos questionários foi baseada no conceito de saturação (GUERRA, 2006), que prevê que a aplicação deve ser interrompida quando os aplicadores percebem uma alta frequência de repetição de respostas. Para todas as comunidades, as respostas se repetiram com uma frequência maior que 70% em mais de 2/3 do questionário (quadro 6). Portanto, a análise dos questionários confirmaram os resultados encontrados por Diversus (2011), indicando que as famílias de uma mesma comunidade apresentam hábitos muito similares.

Quadro 6: Síntese da saturação das respostas dos questionários

Questões	Comunidades		
	Água Quente	Sapo	Dom Joaquim
1. Mora em CMD?	Sim nasceu na cidade. 92%	Sim nasceu na cidade. 90%	Sim nasceu em Dom Joaquim ou mora há mais de dez anos. 100%
3. Qual o destino do lixo na sua casa?	Queimado 100%	Queimado 63%	Coletado 78%
4. Na sua casa há coleta de esgoto?	Não 100%	Não 100%	Não 100%

Questões	Comunidades		
	Água Quente	Sapo	Dom Joaquim
5. Como é a destinação do esgoto?	Fossa séptica 78%	Fossa negra ou seca 81%	Rio 100%
6. Se fossa, essa foi construída pela empresa?	Sim 100%	Não 100%	NR
7. Havia problema de poluição das águas antes da mineração?	Não 100%	Não 100%	NR
8. Forma de abastecimento de água?	Nascente ou rio 100%	Nascente 100%	Encanada 100%
9. Você ou algum conhecido utilizam algum tipo de fibra (corda, palha)?	Não 85%	Não 90%	Não 100%
10. Você ou algum conhecido utilizam plantas medicinais coletadas na mata?	Não 57%	Sim 54%	Não 100%
11. Você ou algum conhecido coletam frutas na mata?	Não 57%	Não 73%	Não 100%
12. Você coletava ou coleta alguma ornamental na mata?	Não 78%	Não 54%	Não 100%
13. E lenha?	Sim 100%	Sim 73%	Não 67%
14. E madeira para construção?	Sim 100%	Sim 73%	Não 89%
15. Quais os usos você faz dos cursos d'água da região?	Todos 100%	Nenhum 63%	Lazer e pesca 55%
16. Você planta ou plantava?	Planta 71%	Planta 72%	Planta 89%
17. Se plantava, porque não planta mais?	NR	NR	NR
18. Tem alguma atividade do projeto de mineração que atrapalha essa atividade?	Sim 85%	Não 63%	Não 100%
19. Tem ou tinha criações de gado, galinha, porco etc.?	Tem 78%	Tem 82%	Não tem 78%
20. Se tinha porque não tem mais?	NR	NR	NR
21. Tem alguma atividade da mineração que atrapalha essa atividade?	Sim 64%	Não 100%	NR
22. Cria ou criava peixes?	Não 71%	Não 54%	Não 100%
23. Se criava, porque não cria mais?	NR	NR	NR
24. Tem alguma atividade da mineração que atrapalha essa atividade?	NR	NR	NR
25. Há algum lugar perto da natureza utilizado para fazer alguma reunião/festa?	Não 71%	Não 100%	Não 78%
26. Você ou algum conhecido utilizam areia/cascalho do rio?	Sim 92%	Não 54%	Sim 55%

Nota: (1) Em cada coluna foram apresentadas as respostas mais frequentes por comunidade.

(2) A questão 3 refere-se a qual comunidade o entrevistado pertence e portanto, não foi representada neste quadro.

(3) NR, representa questão "Não Respondida", porque esta estava associada a resposta da questão anterior.

A partir da análise documental, dos resultados dos questionários e das observações diretas em campo, foi possível identificar os beneficiários (quadro 7) de cada serviço potencialmente impactado pelo projeto, conforme recomendam Landsberg et al. (2013). Neste caso, considera-se que toda a população rural próxima ao empreendimento, ou seja, a área de entorno, (DIVERSUS, 2011), com exceção do Distrito de Córregos, são beneficiários afetados dos seguintes serviços; fornecimento de madeira, combustível de biomassa (lenha) e fornecimento de água. O empreendimento causa impactos em tais serviços sobre duas perspectivas; impedindo o acesso ao benefício ou degradando o ecossistema, seja por poluição ou por supressão de parte do ecossistema.

Todas as moradias dessa região tinham ou ainda tem fogão a lenha, sendo poucas que tem fogão a gás e quase todos afirma que utilizam madeira para fazer reformas nas casas ou cercas.

Quadro 7: Síntese da identificação dos beneficiários afetados

<i>Categoria</i>	<i>Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados</i>	<i>Benefícios</i>	<i>Beneficiários potencialmente afetados</i>
Serviços de provisão	1. Culturas agrícolas e 2. Criação de animais	Alimentos	As comunidades que viviam na mesma área em que o projeto está sendo instalado e as comunidade de Água Quente e Sapo.
	3. Pesca	Peixes	Comunidade Água Quente e região. Algumas famílias de Dom Joaquim.
	4. Aquicultura	Peixes	Comunidade Água Quente e região.
	5. Alimentos não cultivados	Frutas	Poucas famílias que declaram coletar frutas em regiões florestadas próximas a seus domicílios.
	6. Madeira	Madeira	Todas as comunidades rurais que vivem próximas as florestas impactadas pelo projeto.
	7. Fibras e resinas	Cipó, cordas	Nenhum.
	8. Pele de animais	Peles	Não se aplica.
	9. Areia de coral	Areia	Não se aplica.
	10. Recursos ornamentais	Mudas de plantas	Algumas famílias que coletam plantas para fazer jardins.
	11. Combustível de biomassa	Lenha	Toda a população da área do entorno do empreendimento, especialmente as que vivem próximas a floresta impactadas pelo projeto.
	12. Fornecimento de água	- Água limpa - Energia elétrica	- Comunidade Água Quente e Sapo. - População de Minas, pela perda de energia hidroelétrica em potencial.
	13. Recursos genéticos	Informações genéticas utilizadas em biotecnologia	Não foi possível identificar.
	14. Bioquímicos	Plantas	Algumas poucas famílias das

<i>Categoria</i>	<i>Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados</i>	<i>Benefícios</i>	<i>Beneficiários potencialmente afetados</i>
		medicinais, fármacos etc.	comunidades de Água Quente e Sapo.
Serviços reguladores	15. Regulação da qualidade do ar	Boa qualidade do ar	Toda a população da área do entorno do empreendimento.
	16. Regulação do clima local 17. Regulação do clima global	Regulação de chuvas e temperatura	Não foi possível identificar.
	18. Recarga hídrica e fluxos de água	Prevenção de enchentes e disponibilidade hídrica	Toda a população da área do entorno do empreendimento, especialmente as comunidades de Água Quente e Sapo, localizadas próximas aos rios e córregos impactados pelo projeto.
	19. Controle de erosão	Água limpa e manutenção da qualidade do solo	Toda a população da área do entorno do empreendimento.
	20. Purificação de água e tratamento de efluentes	Água limpa	- Toda a população da área do entorno do empreendimento, especialmente as comunidades de Água Quente e Sapo, localizadas próximas aos rios e córregos impactados pelo projeto.
	21. Regulação de doenças	Manutenção da saúde	Não foi possível identificar.
	22. Regulação da qualidade do solo	Fertilidade do solo	Não foram identificados, uma vez que a população utiliza adubo comercial nas plantações em escala, como milho e feijão. Em pequenas plantações a população utiliza esterco. Sendo assim, não há beneficiários diretos dependentes desse serviço.
	23. Regulação de pragas	Manutenção da produção agrícola	Não foi possível identificar.
	24. Polinização	Produção agrícola	Não foi possível identificar.
	25. Regulação de desastres naturais	Prevenção de desastres	Não foi possível identificar.
Serviços culturais	26. Recreação e ecoturismos	- Lazer - Renda do turismo	- A população do município de Conceição do Mato Dentro, especialmente as comunidades rurais que faziam usos recreativos dos recursos. - Algumas famílias do município de Dom Joaquim que utilizam rio do Peixe para nadar.
	27. Valores éticos e espirituais	Fruição dos ecossistemas	Não foi possível identificar.
	28. Valores educacionais e de inspiração	- Conhecimento científico	Comunidade científica.

No processo de identificação de beneficiários afetados não foi possível considerar as comunidades Água Santa, Buriti e Ferrugem. Essas comunidades estavam localizadas na área diretamente afetada pelo projeto, e foram reassentadas

antes do início desta pesquisa. Portanto, para tais comunidades considera-se que houve perda total de todos os serviços ecossistêmicos, já que as famílias foram realocadas para lugares distantes e não possuem mais acesso aos ecossistemas utilizados antes do reassentamento. A análise da ASE, neste caso, poderia direcionar a escolha de áreas para o reassentamento dessas famílias, possibilitando o fornecimento de pelo menos os serviços ecossistêmicos prioritários, provenientes dos ecossistemas afetados pelo projeto.

1- Comunidade de Água Quente e região

A comunidade de Água Quente é composta por 47 domicílios (Diversus, 2011), e foram aplicados 14 questionários que associados a análise documental e a observações diretas permitiram realizar a caracterização a seguir. Desses 14 questionários 13 foram aplicados a famílias que nasceram na região e 1 a uma família que vive na região a mais de 10 anos. Todas as famílias entrevistadas relatam que o lixo é queimado porque não há coleta na região. A comunidade está localizada na divisa entre os municípios de Alvorada de Minas e Conceição do Mato Dentro. Embora, existam pontos com mais casas, a comunidade é bastante dispersa ao longo do Córrego Passa Sete (figura 21), a jusante da barragem de rejeitos.

A principal forma de abastecimento de água era por meio de captação direta no córrego Passa Sete, no Pereira ou em nascente próxima. Devido ao assoreamento e poluição dos dois córregos, atualmente a maioria das casas está sendo abastecida por um poço instalado pela empresa. Há algumas caixas d'água espalhadas pela comunidade, a maior delas são duas de 20 mil litros para mais de 20 domicílios. O poço funciona por meio de uma bomba, que frequentemente apresenta problemas, segundo moradores. Algumas pessoas não aceitaram a distribuição de água feita pela empresa e se recusam a continuar vivendo na região com impossibilidade de usar a água do córrego como faziam anteriormente a instalação do empreendimento. A recusa da água fornecida pelo empreendedor é uma forma de se criar um movimento de resistência ao projeto. As famílias que não aceitaram o poço relataram em entrevistas que não aceitam continuar vivendo na região dependendo totalmente de empresa privada para o abastecimento de água, sendo que antes eram abastecidas por um córrego com acesso a água ilimitado.

Não há coleta de esgoto na região e nem qualquer serviço relacionado a saneamento básico. A maioria dos domicílios não tinham banheiros, atualmente para todas as famílias que aceitaram, a empresa construiu banheiros e instalou fossas sépticas. No lado oeste da comunidade há outro córrego (Pereira), que também encontrar-se assoreado, porque suas nascentes estão localizadas na mesma região em que a pilha de estéril está sendo instalada. As famílias dessa região também utilizavam esse córrego para pescar, para consumo humano e para momentos de lazer.

Os questionários aplicados mostram que os córregos Pereira e Passa Sete eram utilizados para pescar, para desfrutar momentos de lazer, para lavar roupas, para o consumo humano, para a dessedentação de animais, irrigação de hortas e criação de peixes. Atualmente o córrego não tem mais uso, e as famílias que criavam peixes, galinhas, gados, produziam doces e mantinham hortas, pararam ou diminuíram significativamente a produção.

Todas as famílias entrevistadas relatam que coletam lenha nas matas próximas, porque não utilizam fogão a gás, que também coletam e madeira para construção de cercas, casas e etc. Quase todas as famílias entrevistadas mantêm plantações e criações de animais que foram prejudicados pelo assoreamento e poluição dos córregos Passa Sete e Pereira. A maioria das famílias entrevistadas relata que não criavam peixes porque sempre pescaram nos córregos Pereira e Passa Sete, que são muito próximos de seus domicílios. Quase nenhuma família coleta qualquer fibra ou resina e plantas medicinais nas matas da região e as poucas que coletam plantas ornamentais, o fazem com o objetivo de manter seus jardins. Por fim, metade das famílias afirma que coletam frutas, como jabuticaba, manga, goiaba, laranja nas matas da região.

Com a operação do empreendimento, o córrego Passa Sete será proveniente da barragem de rejeitos e o córrego Pereira, será totalmente assoreado pela pilha de estéril. Portanto, acredita-se que não seja possível que tais córregos continuem fornecendo algum serviço ecossistêmico e certamente a água destes não será apropriada para abastecimento humano.

Figura 21: Comunidade de Água Quente. À esquerda superior, o córrego Passa Sete antes da instalação do projeto (MMX/ BRANDT, 2007 p.345). À direita superior, ponte do córrego Passa Sete, a jusante da barragem de rejeitos, divisa dos municípios Alvorada de Minas e Conceição do Mato Dentro (foto tomada em 02/2013). À esquerda central vista do córrego Pereira dentro de uma propriedade rural, a jusante da barragem de rejeito, local onde era utilizado para o dessedentação de animais (foto tomada 02/2014). À direita central a montante da comunidade Água Quente, apresenta-se em processo de instalação a porção final da adutora de água (foto tomada em 02/2014). À esquerda inferior, o Córrego Pereira, próximo ao ponto de encontro com o córrego Passa Sete, morador local demonstrando o assoreamento do leito do rio, único ponto de abastecimento de sua residência (foto tomada em 02/1014). À direta inferior vista geral da comunidade de Água Quente, próxima ao córrego Passa Sete (foto tomada em 02/2013). .

2- Distrito de São Sebastião de Bom Sucesso ou comunidade do Sapo

Essa comunidade é composta por 85 domicílios, desses 11 famílias foram entrevistadas. Dos representantes familiares entrevistados 10 nasceram nessa região e uma mora neste local a mais de 10 anos. A comunidade é composta pelas seguintes localidades:

- A- Turco que está localizada do lado oposto a serra que será explotada, mas é abastecida com água de nascente proveniente da serra que será explotada.
- B- Cabeceira do Turco que está localizada junto a serra que será explotada. Provavelmente essas famílias serão reassentadas porque suas propriedades estão dentro do limite estabelecido como cava no mapa do empreendimento.
- C- Sede da comunidade, que está localizada junto a serra que será explotada, mas não está dentro dos limites da futura cava. Nesta localidade encontra-se a igreja, uma escola, diversas casas, comércios e um posto de saúde, que foi construído em parceria com o empreendedor.

A sede da comunidade é a porção mais urbana da comunidade e mesmo assim não há coleta de esgoto e distribuição de água encanada. Todas as famílias entrevistadas afirmam que o esgoto sanitário é destinado a algum tipo de fossa (negra ou seca). A coleta de lixo é feita uma vez por semana apenas na sede da comunidade e nas outras duas localidades o lixo é incinerado.

Todo o distrito é abastecido por nascentes da serra do Sapo por um sistema de captação e distribuição que os próprios moradores construíram (figura 22). Entretanto este sistema de captação encontra-se dentro dos limites da futura cava. Provavelmente, após o 10º ano de exploração essas nascentes serão suprimidas, conduzindo a perda do serviço “fornecimento de água” (figura 17, ponto verde, capítulo 5). A perda desse serviço refletirá impactos sobre outros serviços como culturas agrícolas e criações de animais, que associada a interdição da MG-10, que liga a comunidade a porção urbana de Conceição do Mato Dentro, poderá induzir uma migração rural-urbano desta comunidade. Em entrevistas representantes da empresa afirmaram que os impactos sobre essa comunidade serão tratados em ano próximo a interdição, e que há um projeto de sistema de abastecimento de água encanada para todo o distrito.

Figura 22: Distrito de São Sebastião de Bom Sucesso. À esquerda superior, vista do planta de beneficiamento do empreendimento a partir da estrada que dá acesso à sede da comunidade (foto tomada em 02/2014). À direita superior, vista da serra que será explotada a partir da sede da comunidade, no primeiro plano uma escola pública. À esquerda central, nascente na serra a ser explotada, onde é captada a água para toda comunidade. À direita central, localidade Cabeceira do Turco, ao fundo nota-se a extremidade da serra a ser explotada (foto tomada em 02/2013). À esquerda inferior a comunidade Turco onde o mineroduto está sendo instalado (foto tomada em 02/2014). À direita inferior vista da serra que será explotada da comunidade do Turco (Foto tomada em 02/2014).

Nenhuma família entrevistada relatou coletar algum tipo de fibra ou resina nas matas da região e poucas (2) coletam frutas, como laranja, manga ou goiaba. As

poucas famílias entrevistadas (5) que relatam coletar plantas ornamentais o fazem para confecção de jardins. A maioria das famílias coleta lenha, porque não utilizam fogão a gás, seja pelo custo ou por escolha. Quase todas as famílias entrevistadas (10) mantêm plantações e criações de animais, especialmente galinhas. Criar peixes e coletar plantas medicinais não é comum nesta região, sendo relatado por 3 e 5 entrevistados respectivamente.

3- Dom Joaquim

A captação de água nova para abastecer o empreendimento, para o beneficiamento do minério e transporte, será feita na cidade de Dom Joaquim, no rio do Peixe (figura 23). Neste município os moradores não percebem grandes problemas com o empreendimento, porque eles vivem na área urbana do município. Entretanto há uma expectativa na região de melhoria ou pelo menos manutenção das condições ambientais do rio do Peixe, uma vez que o rio já recebe o esgoto sanitário sem nenhum tratamento de todo o município de Dom Joaquim.

Há coleta de lixo e distribuição de água encanada para todos os domicílios da região. Nenhuma família entrevistada relatou coletar algum tipo de fibra ou resina, madeira, plantas medicinais, ornamentais ou frutas em matas próximas a região ou do empreendimento. Poucas famílias afirmam coletar lenha (3 de 9 entrevistadas), porque a maioria dos entrevistados preferem utilizar fogão a gás, característica de áreas urbanas. Quase todas as famílias entrevistadas relatam que mantêm apenas hortas e criações de galinhas em casa, devido à falta de espaço. Nenhuma família mantém criações de peixe, ou utiliza o Rio do Peixe para dessedentação de animais, lavar roupas ou abastecimento. Cinco famílias entrevistadas relataram que utilizam o rio do Peixe para pescar e/ou nadar.

Figura 23: Distrito de Dom Joaquim. À esquerda as instalações do sistema de captação de água no rio do Peixe e à direita a comunidade

Os principais afluentes deste rio são os córregos Passa Sete e Pereira, assoreados devido à instalação da barragem de rejeitos e pilha de estéril respectivamente. Além do assoreamento há denúncias de lançamento de esgoto sanitário dos canteiros de obras do empreendimento nesse e em outros afluentes do rio do Peixe (PM/MG, 2011). Portanto a poluição e assoreamento de todos esses afluentes, associada a descarga de esgoto de Dom Joaquim e a captação de água do empreendimento na ordem de 2.500 m³/h, poderão afetar a qualidade e a disponibilidade de água do rio do Peixe, nas comunidades a jusante do município de Dom Joaquim. Dentre essas comunidades destaca-se a reserva indígena Pataxos, que é abastecida por tal rio, localizado no município de Carmesia.

6-3. Comparação entre as abordagens: Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados versus impactos descritos no EIA

Buscando comparar a ASE com a prática de AIA, os impactos descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados, foram organizados em matrizes. O objetivo deste passo é buscar equivalência entre os serviços potencialmente impactados com os impactos descritos no EIA. Procurou-se verificar se a triagem preliminar da ASE, era capaz de identificar todos os impactos descritos no EIA e se todos os serviços potencialmente impactados eram tratados no EIA.

A partir da comparação (figura 24, 25 e 26) identifica-se que (i) alguns impactos identificados no EIA não pode ser descritos por meio da ASE; (ii) alguns impactos

são equivalentes aos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados e (iii) a ASE permite a identificação de impactos que não foram descritos pelo EIA.

O EIA identificou 10 impactos negativos sobre o meio físico, 12 sobre o biótico e 20 sobre o social (apêndice 5). Neste teste encontrou-se equivalência com 9 impactos do meio físico (figura 24), 5 do meio biótico⁷ (figura 25) e 9 do social (figura 26). Em relação aos impactos do meio social, a maioria que não foi identificada está relacionada a melhorias na economia local, como geração de empregos e arrecadação pública. Era de se esperar que tais impactos sociais não fossem identificados pela ASE, uma vez que, estes parecem não estar relacionado de nenhuma forma com os ecossistemas. Conforme explica o quadro conceitual de Sloodweg e Mollinga (2011), o projeto pode causar impactos diretos sobre a sociedade que não se relacionam com o ambiente biofísico e, portanto, não estão dentro do escopo de análise da ASE. Contudo todos os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados identificados estão relacionados com impactos sociais, uma vez que a ASE pode ser descrita como uma análise da relação entre a natureza com a sociedade (SLOOTWEG et al., 2001).

Alguns dos impactos sociais identificados pelo EIA tratam de sentimentos da população que não poderiam ser captados pela ASE como, “Expectativa dos superficiários quanto ao processo de negociação”, que está relacionado ao montante de dinheiro que as famílias esperam receber pela venda de suas propriedades. Por outro lado existem impactos como “indução de fluxos migratórios” e “incremento da circulação de pessoas”, que se forem tratados como processos de mudanças sociais e não impactos (VANCLAY, 2002) podem ser relacionados com serviços ecossistêmicos potencialmente impactados. A indução de fluxos migratórios, por exemplo, faz aumentar a demanda por serviços de maneira geral, especialmente os serviços relacionado com alimentos, água, energia e lazer (EIGENBROD et al., 2011). Além disso, esse incremento se reflete na demanda por moradias que induz a urbanização (KROLL et al., 2012), processo que tem potencial de impactar quase todos os serviços da região, uma vez que, converte um área rural em urbana. Entretanto esses aspectos podem causar impactos como aumento da violência local

⁷ Esse número representa os impactos sobre o meio biótico agrupados, porque o EIA repete os impactos mudando apenas a estrutura do projeto que causa o impacto, neste caso contamos tais impactos uma vez apenas. No apêndice 5 apresentamos um síntese da descrição dos impactos negativos de acordo com o EIA.

e diminuição da coesão social (VANCLAY, 2002) que não seriam captados pela ASE.

Por outro lado a ASE permitiu identificar os efeitos sociais negativos do projeto que não foram identificados pelo EIA, especialmente das mudanças sobre o meio físico. Por exemplo, o impacto “Alteração da qualidade da água”, descrito pelo EIA está relacionado com alterações físicas e químicas das propriedades da água apenas e ignora os efeitos dessas alterações sobre os usos da água, de maneira oposta à ASE, que foca nesses efeitos. O mesmo fato ocorre em relação a alguns aspectos do meio biótico, por exemplo, o EIA descreve o impacto “mortalidade e extinção local de peixes” sem inferir sobre as consequências da queda da atividade pesqueira por comunidades ribeirinhas.

A maioria dos impactos do meio biótico que foram descritos no EIA estão relacionados ao serviço ecossistêmico “habitat”, por exemplo, impactos que envolvem fragmentação de habitat, espécies ameaçadas e perdas de ambientes. Tais impactos não foram analisados diretamente, porque a categoria de suporte não foi considerada explicitamente nesta pesquisa (LANDSBERG et al. 2013; FISHER et al. 2009; HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2012). A categoria de serviços de suporte está relacionada a manutenção do próprio ecossistema e portanto, esta é avaliada de maneira implícita quando se analisa as outras categorias de serviços ecossistêmicos.

Na porção diagnóstica há citações genéricas sobre espécies que não foram descritas pelas ciências e espécies da herpetofauna com potencial uso bioquímico, o que permitiu identificar o serviço “valores educacionais” e “bioquímicos”. Entretanto essas informações não foram utilizadas na porção de avaliação de impactos do EIA, o que impossibilitou a análise do potencial de impacto sobre essas espécies.

O EIA identificou dois impactos positivos sobre o meio físico e três sobre o meio biótico (apêndice 6) que estão relacionados a recuperação da área degradadas, estes efeitos também foram identificados pela ASE. O EIA identificou doze impactos sociais positivos (apêndice 6), a maioria relacionada a efeitos positivos sobre a economia regional e nacional, como arrecadação pública e geração de empregos, que não são captados pela ASE.

Figura 24: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio físico descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados

Impactos negativos sobre o meio físico descritos pelo EIA.	Serviços de provisão													Serviços reguladores										Serviços Culturais				
	Culturas agrícolas	Produção animal	Pesca	Aquicultura	Alimentos Selvagens	Madeira e outros produtos	Fibras e resinas	Recursos ornamentais	Pele de animal	Areia	Combustível de biomassa	Fornecimento de água	Recursos Genéticos	Bioquímicos	Regulação da qualidade do ar	Regulação do clima regional	Regulação do clima global	Recarga hídrica e fluxos de água	Controle de erosão	Purificação de água e tratamento de efluentes	Regulação de pragas	Regulação da qualidade do solo	Regulação de doenças	Polinização	Regulação de desastres naturais	Recreação e ecoturismo	Valores éticos e espirituais	Valores educacionais e de inspiração
Indução de processo erosivos																												
Alterações da qualidade da água																												
Alterações das propriedades do solo																												
Alteração da dinâmica hídrica																												
Assoreamento dos cursos d'água																												
Alteração da qualidade do ar																												
Alteração física da paisagem																												
Impactos sobre as cavidades naturais subterrâneas																												
Recuperação da dinâmica hídrica hidráulica subterrânea e superficial																												
Alteração do nível da pressão sonora																												

Legenda: Preto – Impactos identificados pelo ASE, mas que não foram considerados no EIA. Cinza – Impactos equivalentes aos serviços ecossistêmicos.

Figura 25: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio biótico descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados

Impactos negativos sobre o meio biótico descritos pelo EIA.	Serviços de provisão													Serviços reguladores										Serviços Culturais				
	Culturas agrícolas	Produção animal	Pesca	Aquicultura	Alimentos Selvagens	Madeira e outros produtos	Fibras e resinas	Recursos ornamentais	Pele de animal	Areia	Combustível de biomassa	Fornecimento de água	Recursos Genéticos	Bioquímicos	Regulação da qualidade do ar	Regulação do clima regional	Regulação do clima global	Recarga hídrica e fluxos de água	Controle de erosão	Purificação de água e tratamento de efluentes	Regulação de pragas	Regulação da qualidade do solo	Regulação de doenças	Polinização	Regulação de desastres naturais	Recreação e ecoturismo	Valores éticos e espirituais	Valores educacionais e de inspiração
Redução na abundância populacional através do atropelamento de indivíduos nas vias de tráfego																												
Perda de habitat para a fauna pela supressão de ambientes																												
Redução de diversidade causada pela fuga de espécies mais sensíveis da fauna																												
Aumento da atividade predatória sobre as populações de serpentes																												
Redução de ambientes e perda de habitat devido a construção do projeto																												
Redução do metabolismo vegetal devido a deposição de poeira																												
Fragmentação e perda de conectividade de habitat																												
Mortandade e extinção local de peixes pela alteração da qualidade da água																												
Fragmentação de áreas limitando o potencial de dispersão de indivíduos da herpetofauna																												
Alteração das comunidades dependentes das águas das nascentes em função da alteração da dinâmica hídrica																												
Alteração das comunidades dependentes das águas em função do novo aquífero e nova condição de disponibilidade de água																												
Interferência sobre os processos biológicos																												

Legenda: Preto – Impactos identificados pelo ASE, mas que não foram considerados no EIA. Cinza – Impactos equivalentes aos serviços ecossistêmicos.

Figura 26: Comparação entre os impactos negativos sobre o meio social descritos no EIA e os serviços ecossistêmicos potencialmente impactados

Impactos negativos sobre o meio social descritos pelo EIA.	Serviços de provisão														Serviços reguladores										Serviços Culturais			
	Culturas agrícolas	Produção animal	Pesca	Aquicultura	Alimentos Selvagens	Madeira e outros produtos	Fibras e resinas	Recursos ornamentais	Pele de animal	Areia	Combustível de biomassa	Fornecimento de água	Recursos Genéticos	Bioquímicos	Regulação da qualidade do ar	Regulação do clima regional	Regulação do clima global	Recarga hídrica e fluxos de água	Controle de erosão	Purificação de água e tratamento de efluentes	Regulação de pragas	Regulação da qualidade do solo	Regulação de doenças	Polinização	Regulação de desastres naturais	Recreação e ecoturismo	Valores éticos e espirituais	Valores educacionais e de inspiração
Incremento do tráfego de veículos																												
Impactos sobre a potencialidade turística																												
Perda de produção agropecuária decorrente da ocupação de terras do empreendimento e redução de vazão dos cursos d'água																												
Impacto sobre a paisagem																												
Alteração sobre a cultural local																												
Qualidade ambiental – geração de material particulado, ruído e vibrações																												
Redução da potencialidade de geração de energia elétrica																												
Redução da disponibilidade de água outorgável																												
Impactos sobre o patrimônio arqueológico																												

Legenda: Preto – Impactos identificados pelo ASE mas que não foram considerados no EIA. Cinza – Impactos equivalentes aos serviços ecossistêmicos.

6-4. Serviços ecossistêmicos prioritários

Priorizar os serviços ecossistêmicos mais importantes da região é uma das principais etapas do processo de avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos de acordo com a IFC (2012a). Essa priorização deve considerar a potencialidade do projeto alterar a habilidade do beneficiário em acessar o serviço e a importância do serviço para o beneficiário. O objetivo deste processo é determinar o escopo da avaliação de impactos, focando, portanto, no que é importante para determinada região. Além disso, o processo de priorização parece auxiliar na condução do diagnóstico ambiental e na análise dos impactos.

6-4.1. Serviços ecossistêmicos prioritários para as comunidades locais.

Para o estudo de caso, foram determinados nove serviços ecossistêmicos prioritários (quadro 8), de total de 28 serviços, de acordo com os critérios apresentados na metodologia deste trabalho, recomendados por Landsberg et al. (2013). Dentre estes serviços destacam-se todos relacionados aos recursos hídricos da região. Tal resultado era esperado, uma vez que, a região conhecida por sua abundância de tais recursos e ausência de saneamento básico. Além disso, os impactos sobre recursos hídricos são os maiores focos de reclamações em audiências públicas.

O quadro 8 apresenta a síntese do processo de priorização que foi baseado na análise dos resultados dos dois primeiros passos da pesquisa. O último critério do processo de priorização foi analisado por meio de observação direta nas duas etapas do trabalho de campo e por meio de entrevistas com a população afetada pelo projeto durante a segunda etapa do trabalho de campo (apêndice 5).

Quadro 8: Sistematização de informações para identificação dos serviços ecossistêmicos prioritários.

Serviços ecossistêmicos	O projeto pode afetar a capacidade dos beneficiários afetados utilizarem este serviço? (Figura 19)	O serviço é importante como meio de subsistência ou para a saúde, segurança ou cultura dos beneficiários? (Quadro 7)	Os beneficiários tem alternativa para este serviço? (Análise documental e trabalho de campo)	Serviço é prioritário?	Comentário suporte
1. Culturas agrícolas	Sim	Sim	Não	Sim	Todos os beneficiários afetados são agricultores de subsistências, posseiros ou donos de pequenas poções de terras com poucas alternativas de substituição desses serviços.
2. Criação de animais	Sim	Sim	Não	Sim	
3. Pesca	Sim	Sim	Não	Sim	O peixe é umas das principais fontes de ingestão de proteínas sem custo para os beneficiários. Não há alternativas de substituição uma vez que a pesca ou aquicultura é desenvolvida em córregos próximos aos domicílios, que foram afetados pelo projeto.
4. Aquicultura	Sim	Sim	Não	Sim	
5. Alimentos não cultivados	Sim	Sim	Sim	Não	Embora seja uma parte importante da alimentação dos beneficiários afetados, a maioria deles mantém quintas com diversas árvores frutíferas e poucos acessam alimentos não cultiváveis.
6. Madeira e outros produtos	Sim	Sim	Não	Sim	A madeira coletada é utilizada principalmente para construção de cercas, reformas de casa etc. A maioria dos beneficiários afirmam que tem poucas áreas disponíveis para coletar madeira, porque essa coleta não é permitida e porque o empreendedor comprou várias regiões florestadas que serão utilizadas para projetos de compensação ambiental.
7. Fibras e resinas	?	Não	-----	Não	Não foram identificados beneficiários desse serviço.
8. Pele de animais	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
9. Areia de coral	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
10. Recursos ornamentais	Sim	Não	-----	Não	As poucas famílias que relatavam coletar plantas ornamentais, o fazem no sentido de confeccionar jardins.
11. Combustível de biomassa	Sim	Sim	Não	Sim	Considerando a baixa renda de todos os beneficiários afetados, e que poucos possuem fogão a gás, a lenha é essencial para manutenção das famílias. A maioria dos beneficiários afirma que tem poucas áreas

Serviços ecossistêmicos	<i>O projeto pode afetar a capacidade dos beneficiários afetados utilizarem este serviço? (Figura 19)</i>	<i>O serviço é importante como meio de subsistência ou para a saúde, segurança ou cultura dos beneficiários? (Quadro 7)</i>	<i>Os beneficiários tem alternativa para este serviço? (Análise documental e trabalho de campo)</i>	<i>Serviço é prioritário?</i>	<i>Comentário suporte</i>
					disponíveis para coletar lenha, porque essa coleta não é permitida e porque o empreendedor comprou várias regiões florestadas que serão utilizadas para projetos de compensação ambiental ou implantação do projeto.
12. Fornecimento de água	Sim	Sim	Não	Sim	Os beneficiários afetados não possuem alternativas de fornecimento de água e não são abastecidos com água encanada ou saneamento básico.
13. Recursos genéticos	?	?	?	?	Não foi possível analisar este serviço.
14. Bioquímicos	Sim	Não	-----	Não	Os poucos beneficiários que declaram coletar algum tipo de planta medicinal, o fazem esporadicamente. A maioria das famílias declara que mantém tais plantas em seus quintais.
15. Regulação da qualidade do ar	Sim	Sim	Sim	Não	O empreendimento tem potencial de causar impacto sobre a qualidade do ar, especialmente por geração de material particulado, e o acesso a serviços de saúde é limitado. Entretanto os beneficiários residem de maneira espalhada na zona rural, florestada e distantes do empreendimento, o que faz aumentar as alternativas de acesso a esse serviço.
16. Regulação do clima regional	?	?	?	?	Não foi possível analisar esse serviço.
17. Regulação do clima global	?	?	?	?	Não foi possível analisar esse serviço.
18. Recarga hídrica e fluxos de água	Sim	Sim	Não	Sim	Como nenhum beneficiário afetado deste serviço possui água encanada, a manutenção da vazão dos córregos utilizados por eles é fundamental. Além disso, os beneficiários não tem alternativa de abastecimento de água.
19. Controle de erosão	Sim	Sim	?	?	Não há relatos de erosão e não foi possível observar durante as visitas de campo. A partir das informações disponíveis na pesquisa, não foi

Serviços ecossistêmicos	O projeto pode afetar a capacidade dos beneficiários afetados utilizarem este serviço? (Figura 19)	O serviço é importante como meio de subsistência ou para a saúde, segurança ou cultura dos beneficiários? (Quadro 7)	Os beneficiários tem alternativa para este serviço? (Análise documental e trabalho de campo)	Serviço é prioritário?	Comentário suporte
					possível analisar as alternativas de acesso ao serviço.
20. Purificação da água e tratamento de efluentes	Sim	Sim	Não	Sim	Nenhum beneficiário é abastecido com água tratada, e sempre utilizaram água bruta para abastecimento doméstico, sem ferver ou filtrar. Portanto, a manutenção da qualidade da água é fundamental para manutenção dos modos de vida dos beneficiários, que não tem alternativa de abastecimento de água.
21. Regulação de doenças	?	?	?	?	Não foi possível analisar esse serviço.
22. Regulação da qualidade do solo	Sim	Não	-----	Não	Não foi identificado dependência por esse serviço, uma vez que, as famílias entrevistadas declaram que fazem uso constante de adubo comercial e/ou esterco.
23. Regulação de pragas	?	?	?	?	Não foi possível analisar esse serviço.
24. Polinização	?	?	?	?	Não foi possível analisar esse serviço.
25. Regulação de desastres naturais	?	?	-----	?	Não foi possível analisar esse serviço.
26. Recreação e ecoturismo	Sim	Sim	Sim	Não	Esse serviço foi analisado especialmente em relação a recreação. Os beneficiários afetados declaram que o principal lazer da região é nadar nos córregos Passa Sete e Pereira. Atualmente, as famílias utilizam o rio Teodoro, próximo a região e que não é afetado pelo empreendimento.
27. Valores espirituais	Não	-----	-----	Não	Não foram identificados beneficiários desse serviço e nem impactos em potencial.
28. Valores educacionais e de inspiração	Sim	Sim	Não	Sim	A região onde o projeto se instala é prioritária para conservação da biodiversidade em Minas Gerais. Portanto do ponto de vista educacional e científico não há alternativas para acessar este serviço.

O processo de priorização foi baseado na análise de resultados das etapas anteriores da ASE. Espera-se que em uma aplicação prática do conceito, a etapa de priorização deva auxiliar a delimitar a coleta de informações do diagnóstico ambiental e consequentemente análise da significância dos impactos.

No caso de aplicação prática, os serviços “recursos genéticos”, “regulação do clima”, “regulação de doenças”, “regulação de pragas”, “polinização” e “regulação de desastres naturais” deveriam ser considerados prioritários. Conforme recomendam Landsberg et al. (2013), no caso de dúvida sobre um critério de priorização, o impacto deve ser considerado prioritário e, portanto, foco do diagnóstico ambiental para que as dúvidas sobre as relações deste serviço com o projeto sejam sanadas. Neste caso em estudo, não foi possível coletar informações que permitissem esse tipo de análise. Portanto, a análise dos impactos sobre esses serviços deve ser baseada em outro de tipo de coleta de dados, que não seja observação direta e mini pesquisas. Além disso, pode-se afirmar que as informações coletadas tradicionalmente para EIAs no Brasil, não são suficientes para analisar esses serviços.

6-4.2. Serviços ecossistêmicos prioritários para o projeto.

A priorização de serviços de acordo com a dependência do projeto foi baseado na análise da descrição do empreendimento fornecido pelo EIA (MMX/BRANDT, 2006), observações diretas e entrevistas com gestores do projeto, realizadas na primeira etapa de campo. Dentre todos os serviços ecossistêmicos que o projeto tem potencial de causar impacto (figura 19), só há dependência dos serviços relacionados a recursos hídricos. De acordo com os critérios apresentados no capítulo 2 desta pesquisa identificou-se apenas o serviço “fornecimento de água” como prioritário para o projeto.

Quadro 9: Sistematização da priorização de serviços ecossistêmicos de acordo com o projeto.

Serviços ecossistêmicos	<i>O projeto pode impactar o fornecimento do serviço? (figura 19)</i>	<i>Esse serviço é importante para a manutenção do desempenho do projeto?</i>	<i>O projeto tem alternativa de acesso a este serviço?</i>	<i>Serviço prioritário?</i>
1. Culturas agrícolas	Sim	Não	_____	Não
2. Criação de animais	Sim	Não	_____	Não
3. Pesca	Sim	Não	_____	Não
4. Aquicultura	Sim	Não	_____	Não
5. Alimentos não cultivados	Sim	Não	_____	Não
6. Madeira e outros produtos	Sim	Não	_____	Não
7. Fibras e resinas	?	Não	_____	Não
8. Pele de animais	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
9. Areia de coral	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
10. Recursos ornamentais	Sim	Não	_____	Não
11. Combustível de biomassa	Sim	Não	_____	Não
12. Fornecimento de água	Sim	Sim	Não	Sim
13. Recursos genéticos	?	Não	_____	Não
14. Bioquímicos	Sim	Não	_____	Não
15. Regulação da qualidade do ar	Sim	Não	_____	Não
16. Regulação do clima regional	?	Não	_____	Não
17. Regulação do clima global	?	Não	_____	Não
18. Recarga hídrica e fluxos de água	Sim	Não	_____	Não
19. Controle de erosão	Sim	Não	_____	Não
20. Purificação da água e tratamento de efluentes	Sim	Não	_____	Não
21. Regulação de doenças	?	Não	_____	Não
22. Regulação da qualidade do solo	Sim	Não	_____	Não
23. Regulação de pragas	?	Não	_____	Não
24. Polinização	?	Não	_____	Não
25. Regulação de desastres naturais	?	Não	_____	Não
26. Recreação e ecoturismo	Sim	Não	_____	Não
27. Valores espirituais	Não	Não	_____	Não
28. Valores educacionais e de inspiração	Sim	Não	_____	Não

Embora seja o serviço “fornecimento de água” seja depende de outros serviços como “recarga hídrica e fluxos de água” e “purificação de águas e efluentes”, o projeto não é dependente desses serviços. Porque, o desenvolvimento do projeto (MMX/BRANDT, 2007), prevê a diminuição de vazão do rio do Peixe, onde será captada água para abastecimento do projeto e tratamento prévio dessa água. Segundo dados do EIA (MMX/BRANDT, 2007) a diminuição de vazão que irá ocorrer na região não é capaz de alterar a vazão mínima do rio, muito menos comprometer a quantidade de água que o projeto

necessita. O processo natural de purificação das águas do rio do Peixe, não é suficiente para fornecer a qualidade da água que as operações do projeto necessitam, portanto, o empreendedor não é dependente deste serviço.

Além da água utilizada para transporte do minério e seu beneficiamento, captada no rio do Peixe, o projeto depende de outras fontes de captações subterrânea para abastecimento de alojamentos e instalações auxiliares. Novamente o projeto é dependente do serviço ecossistêmico “fornecimento de água”. Tanto para os alojamentos e instalações auxiliares, ocorre tratamento prévio da água captada.

Embora, a ASE permita identificar serviços ecossistêmicos dos quais o projeto depende, não faz parte do escopo de uma avaliação de impactos, que considerem o conceito de serviços ecossistêmicos, analisar tal dependência. O objetivo dessa priorização é verificar possíveis conflitos de utilização dos serviços e auxiliar a identificação de medidas de gestão para minimização de impactos sobre os beneficiários, sem afetar o desempenho do projeto (LANDSBERG et al., 2011).

6-5. Avaliação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários

A avaliação de impactos sobre os serviços prioritários para os beneficiários é apresentada em seguida dividida em dois tópicos: (i) descrição dos impactos diretos e (ii) avaliação da significância desses impactos.

6-5.1. Descrição dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

Conforme descrito no capítulo 2 (figura 7), por meio do quadro conceitual de Slootweg e Mollinga (2010), os impactos sobre os serviços ecossistêmicos ocorrem de maneira direta sobre ecossistemas e de maneira indireta sobre os beneficiários afetados. O fato do impacto ser direto ou indireto não está relacionado com a força motora (direta ou indireta) que o induz. Uma força motora direta pode causar impactos diretos e indiretos, por exemplo, a poluição é uma força motora direta, que causa impactos diretos sobre a qualidade da

água e impactos indiretos sobre os beneficiários que utilizam desta água. Além disso, o impacto indireto sobre um serviço, não necessariamente é consequência do impacto direto sobre tal serviço. Por exemplo, impactos diretos sobre ecossistemas aquáticos podem causar impactos indiretos sobre serviços de culturas agrícolas e criações de animais.

O quadro 10 mostra os impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários no caso em estudo. Foram identificados 11 impactos diretos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários e 8 indiretos. Não foi possível analisar impactos e nem identificar beneficiários sobre os serviços, “recursos genéticos”, “regulação do clima”, “regulação de doenças”, “regulação de pragas”, “polinização” e “regulação de desastres naturais”. Entretanto isso não significa que não haverá impactos sobre tais serviços. A análise desses impactos requer informações que não foram encontradas no EIA e seus complementos e que também não coletadas ao longo desta pesquisa.

Não foram identificados serviços prioritários para a comunidade que vive próximo ao ponto de captação de água no município de Dom Joaquim, uma vez que, para essa comunidade só foram identificados beneficiários para o serviço Pesca e Recreação. Para ambos os serviços foram identificadas alternativas de acesso aos serviços, portanto esses serviços não foram considerados prioritários para esses beneficiários. Neste contexto, a descrição dos impactos sobre os serviços prioritários a seguir é focada nas comunidades de Água Quente e do Sapo.

Como era de se esperar, devido às características da região e do projeto estudado, a maior parte dos impactos ocorrem sobre serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos. Além disso, os maiores conflitos do projeto se referem aos recursos hídricos, conforme relatados em ATAs de audiências públicas e reuniões do órgão ambiental licenciador.

Quadro 10: Descrição dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

Quadro 16. Descrição dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.		
Serviços	Descrição dos impactos diretos	Descrição dos impactos indiretos
Serviços de provisão		
1. Culturas agrícolas 2. Criação de animais	- Ocupação de pastagens e terras cultiváveis. - Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão.	- Perda de produção animal e agrícola por queda da qualidade da água. - Diminuição da renda obtida por venda da produção excedente.
3. Pesca	- Diminuição da população de peixes devido a poluição e assoreamento.	- Queda da atividade pesqueira.
4. Aquicultura	- Assoreamento de pequenos tanques e barragens ao longo de córregos, utilizados para criação de peixes.	- Perda de fonte de proteínas.
6. Madeira	- Perda de áreas utilizadas para coleta de madeira e lenha.	- Aumento dos custos de manutenção das moradias.
11. Combustível de biomassa	- Impedimento de acesso a áreas que eram utilizadas para coletar madeira e lenha.	- Aumento dos custos de produção de doces e alimentação diária.
12. Fornecimento de água	- Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico.	- Comprometimento de todos os usos da água por populações locais.
Serviços de regulação		
18. Regulação da recarga hídrica e fluxos de água	- Perda de nascentes, utilizadas para abastecimento doméstico devido a abertura da cava ou pelo aumento de demanda causado pelo projeto.	- Comprometimento de todos os usos da água por populações locais.
20. Purificação de águas e tratamento de efluentes	- Alteração da qualidade água devido diminuição da vazão que faz aumentar a concentração de esgoto sanitário descarregado pelas próprias comunidades. - Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto.	
Serviços culturais		
28. Valores educacionais e de inspiração	- Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidades naturais.	

Nota: Neste quadro os números originais de cada serviço ecossistêmico foram mantidos.

6-5.2. Avaliação da significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários

Conforme descrito na metodologia deste trabalho, a avaliação da significância dos impactos foi feita segundo a relação entre dois critérios: magnitude dos impactos e importância dos serviços para seus beneficiários. A avaliação da significância de cada impacto foi organizada por serviços ecossistêmicos prioritários e dividida entre impactos diretos e indiretos.

6-5.2.1. Avaliação da vulnerabilidade dos beneficiários afetados

A avaliação da vulnerabilidade dos beneficiários foi feita por meio de entrevistas, que objetivaram o preenchimento de uma ficha de campo (apêndice 4), com as comunidade do Sapo e Água Quente. Foram entrevistadas 11 famílias da comunidade de Água Quente, o que gerou 11 fichas de campo. Para comunidade do Sapo foram entrevistadas dez famílias distribuídas pela localidade de Turco, Cabeceira do Turco e sede do Sapo. A análise dessas fichas, associada à análise documental do estudo censitário de Diversus (2011) permitiu estabelecer a vulnerabilidade das comunidades em relação a cada serviço ecossistêmico prioritário.

A aplicação da ficha seguiu a mesma metodologia proposta para aplicação dos questionários (apêndice 2) da primeira etapa do trabalho de campo (USAID, 2010; KUMAR, 1990). A interrupção das entrevistas que permitiam o preenchimento das fichas foi baseada no mesmo critério utilizado na aplicação do questionário, o conceito saturação (Guerra, 2006). Tal conceito pressupõem que as entrevistas sejam interrompidas quando a frequência de repetição de respostas é alta. Neste caso as repostas se repetiam em 100% em quase 4/5 da ficha de campo para comunidade de Água Quente (quadro 11). Na comunidade do Sapo as respostas se repetiram em 100% em mais 4/5 da ficha de campo (quadro 12).

Os aplicadores conduziram o preenchimento da ficha de campo, por meio de uma entrevista livre, procurando sempre traduzir a linguagem do conceito de serviços ecossistêmicos. Por exemplo, no caso do serviço “purificação de águas e efluentes” era perguntado aos entrevistados se eles tinham o costume de ferver ou filtrar a água antes de consumir. Quando a resposta era negativa, procurou-se identificar se havia disposição em realizar essas atividades, caso houvesse a perda da qualidade da água. Todas as famílias que não tinham costume de ferver a água afirmavam que a manutenção da qualidade da água era muito importante para eles.

A importância percebida pelos beneficiários foi considerada “alta” quando os entrevistados avaliavam o serviço como muito importante, “média” quando o serviço foi avaliado como importante e “baixa” quando o serviço era avaliado como pouco importante.

Embora os beneficiários das duas comunidades afetadas tenham hábitos de plantar e utilizar água direto dos córregos ou nascentes, eles desconhecem processos erosivos e, portanto, não souberam atribuir importância ao serviço controle de erosão. Os serviços “regulação da qualidade do solo”, “recreação e ecoturismo” e “regulação da qualidade do ar”, foram incluídos no trabalho de campo, mas os impactos sobre eles não foram avaliados. Esses serviços foram incluídos na ficha campo (apêndice 4) porque havia dúvidas sobre o processo de priorização (quadro 8) destes. Após o trabalho de campo verificou-se, por meio de entrevistas, que os beneficiários possuem alternativas de acesso a esses serviços (último critério para priorização dos serviços), o que os torna não prioritários. A avaliação que segue é somente dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

É possível perceber que os córregos Pereira e Passa Sete, e as atividades relacionadas a eles são de maneira geral consideradas muito importante para comunidade de Água Quente, incluindo pesca e lazer. Por outro lado, na comunidade do Sapo, a questão mais citadas como muito importante, está relacionada à manutenção da qualidade e da quantidade de água captada em nascentes na Serra do Sapo. Nas duas comunidades foi unânime o relato de alta importância para serviços de lenha, madeira, culturas agrícolas e criação de animais, comprovando os resultados encontrados por Diversus (2011), que caracterizou as comunidades da área de entorno do projeto em agricultores de subsistência.

Quadro 11: Síntese da saturação das entrevistas sobre vulnerabilidade dos beneficiários afetados da comunidade de Água Quente.

Atributos da comunidade de Água Quente.						
Serviços		Importância para beneficiário				
	Frequência do uso (diária, semanal ou menor)		Nível de dependência (baixo, médio ou alto)	Importância percebida (baixa, média ou alta)		Comentários
	Segundo análise documental	Segundo percepção do entrevistado				
1. Culturas agrícolas 2. Criação de animais	Diária	Sim 100%	Alta	Alta 100%		Todas as comunidades têm criações de animais e mantêm plantações e avaliam a atividade como muito importante já que essa é quase sua única fonte de alimentação.
3. Pesca	Diária	Sim 90%	Alta	Alta 100%		Todos tinham o costume de pescar diariamente nos córregos Pereira ou Passa Sete.
4. Aquicultura	Diária	Sim 34%	Média	Alta 100%		A maioria das famílias desta comunidade não cria peixes, porque o córrego (Passa Sete e Pereira) onde poderia se pescar é muito próximo aos domicílios.
6. Madeira 11. Combustível de biomassa	Semanal	Sim 100%	Média	Alta 100%		A maioria das famílias também possui fogão a gás, mas não utiliza devido ao alto custo e por costume, muitas relatam não gostar.
12. Fornecimento de água	Diária	Sim 100%	Alta	Alta 100%		Nenhuma família é abastecida com água tratada.
18. Regulação da recarga hídrica e fluxos de água	Não se aplica		Alta	Alta 100%		Todas as famílias relataram a manutenção da quantidade da água era muito importante para manutenção de seus modos de vidas.
20. Purificação de águas e tratamento de efluentes	Não se aplica		Alta	Alta 100%		Nenhuma família é abastecida com água tratada e tem acesso a serviços de saneamento.

Nota: Nas colunas estão apresentadas as respostas, que foram relatadas com mais frequência pelos entrevistados.

Quadro 12: Síntese da saturação das entrevistas sobre vulnerabilidade dos beneficiários da comunidade do Sapo.

Comunidade do Sapo.					
Serviços	Importância para beneficiário				
	Frequência do uso (diária, semanal ou menor)		Nível de dependência (Baixo, médio ou alto)	Importância percebida (Baixa, média ou alta)	Comentários
	Segundo análise documental	Segundo percepção dos entrevistados			
1. Culturas agrícolas 2. Criação de animais	Diária	Sim 100%	Alta	Alta 100%	Todas as comunidades têm criações de animais e mantém plantações e avaliam a atividade como muito importante já que essa é quase sua única fonte de alimentação.
3. Pesca	Diária	Sim 50%	Alta	Alta 90%	A pesca é menos frequente nessa comunidade, porque não há córregos próximos.
4. Aquicultura	Diária	Sim 40%	Média	Alta 90%	As poucas famílias que mantém criações de peixes, o fazem em tanques artificiais.
6. Madeira 11. Combustível de biomassa	Semanal	Sim 100%	Média	Alta 90%	Assim como os domicílios da comunidade de Água Quente, todos utilizam fogão a lenha e coletam madeira para manutenção de cercas e casas.
12. Fornecimento de água	Diária	Sim 100%	Alta	Alta 100%	A captação de água é feita a partir de uma nascente na Serra do Sapo. Essa fonte abastece inclusive escolas, posto de saúde, igreja etc.
20. Regulação da recarga hídrica e fluxos de água	Não se aplica		Alta	Alta 100%	Tal comunidade é dependente da recarga hídrica dos aquíferos da serra do Sapo, já que a captação de água é feita diretamente nesta serra.
20. Purificação de águas e tratamento de efluentes	Não se aplica		Alta	Alta 100%	Nenhuma família entrevistada relatou que tem costumes de filtrar ou ferver água antes de consumir. Entrevistados relatam que a água tem qualidade muito boa e não é preciso fazer nada antes do consumo.

Nota: Nas colunas estão apresentadas as respostas, que foram relatadas com mais frequência pelos entrevistados.

6-5.2.2. Impactos diretos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

Nesta seção apresenta-se a avaliação da magnitude dos impactos diretos, que associada à avaliação da vulnerabilidade dos beneficiários descrita anteriormente resulta na significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos.

Impactos sobre os serviços ecossistêmicos “Culturas agrícolas e criações de animais”

Como ocorrem os mesmos impactos sobre culturas agrícolas e criações de animais, apresenta-se a análise de significância desses impactos de maneira conjunta.

- *Ocupação de terras cultiváveis e pastagens*

De acordo com o EIA (MMX/BRANDT, 2007, tabela 2 deste trabalho) o projeto ocupou 682,62 hectares de áreas cultiváveis e pastos. E de acordo com Diversus (2011), nesta região havia 29 domicílios de agricultores de subsistência. Como a produção é direcionada a consumo próprio, o impacto não ocorre sobre a produção agropecuária da região, mas sobre o modo de vida das populações. Por se tratar de agricultores de subsistência e necessidade de reassentamento a intensidade do impacto é alta. O impacto é permanente enquanto dura o projeto e irreversível por que a região passou a ser propriedade privada.

Quadro 13: Significância do impacto: Ocupação de terras cultiváveis e pastagens

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Critérios	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

- *Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão.*

Na porção diagnóstica do EIA (MMX/BRANDT, 2006) são apresentados os principais focos de processos erosivos da região, antes da instalação do empreendimento. A principal causa desses processos erosivos foi abertura de estrada e/ou caminhos. Com o desenvolvimento das atividades do projeto, especialmente supressão de vegetação, terraplanagem, movimentações de terras em topos de montanha e abertura da cava, esperar-se que o processo de erosão seja intensificado nas serras do Sapo e Ferrugem. Além disso, segundo Eigenbrod et al. (2011), áreas rurais controlam mais processos erosivos, especialmente devido a manutenção da vegetação. A erosão diminui a produtividade do solo (BRUSSAARD, 2012) e intensifica o assoreamento de cursos d'água, comprometendo a irrigação de plantações, especialmente hortas. Como a conversão de áreas rurais e florestas em áreas industriais faz diminuir o fornecimento dos serviços de maneira geral considera-se que a intensidade do impacto é alta, e permanente enquanto durar o projeto, embora seja reversível.

Quadro 14: Significância do impacto: Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão.

Magnitude: Média		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Critérios	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “Pesca”

- *Diminuição da população peixes devido à poluição e assoreamento.*

Atividades de instalação do empreendimento (especialmente, supressão da vegetação e terraplanagem) tem alto potencial de aumentar processos erosivos, que causam assoreamento em cursos d'água, que foi constatado em campo principalmente nos Córregos Passa Sete e Pereira (figura 21).

O assoreamento interfere de maneira significativa em todo ecossistema aquático, por causar alterações dos habitats, levando a diminuição da produtividade primária e da diversidade das comunidades de peixes. Tal fato ocorre devido a soterramento de locais de desova, abrigo e alimentação dos peixes (SULLIVAN e WATZIN, 2010).

As principais fontes de poluição das águas são esgoto sanitário e óleos e graxas, provenientes dos alojamentos, canteiros de obras e manutenção de máquinas (MMX/BRANDT, 2007). Essas fontes de poluição provocam eutrofização do ecossistema aquático e causam diminuição do oxigênio no ecossistema aquático (PIVELI e KATO, 2006), reduzindo a quantidade de peixes.

Considerando que a barragem de rejeito está localizada no córrego Passa Sete e a Pilha de estéril sobre uma das principais nascentes do córrego Pereira e suas outras nascentes na área da cava, o assoreamento deste córrego é permanente, enquanto durar o projeto, embora seja reversível. A intensidade é alta uma vez que, houve diversos relatos de que a quantidade de peixes diminuiu de tal maneira, que as famílias passaram a pescar esporadicamente, porque não encontram peixes.

Quadro 15: Significância do impacto: Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento

Magnitude: Média		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “aquicultura”

- *Assoreamento de pequenos tanques e barragens ao longo de córregos, utilizados para criação de peixes.*

Das poucas famílias que relatam manter criações de peixes, algumas o fazem em pequenas barragens ao longo dos córregos. Com o assoreamento e poluição dos córregos a criação de peixes foi prejudicada ou interrompida.

Muitas famílias relataram que interromperam a criação também porque a vazão dos córregos diminuiu impossibilitando a continuação da atividade.

A intensidade do impacto é baixa, porque afeta poucas famílias, uma vez que, a maioria das famílias não criam peixes porque pescam. O impacto é permanente porque a criação de peixes ocorre nos córregos assoreados pelo projeto, porém reversível.

Quadro 16: Significância do impacto: Assoreamento de pequenos tanques e barragens ao longo de córregos utilizados para criação de peixes.

Magnitude: Baixa		Vulnerabilidade do beneficiário: Média	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Baixa	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Média
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Média
Significância do impacto: Pequena			

Impactos sobre os serviços ecossistêmicos “Combustível de biomassa e madeira”

Como os impactos sobre os serviços “combustível de biomassa” e “madeira” se repetem, e esses são causados pela mesma fonte, a avaliação deles é apresentada de maneira integrada.

- *Perda de áreas utilizadas para coletar lenha e madeira.*

Com a conversão de áreas florestadas e rurais para industrial, haverá perda de regiões onde populações locais utilizavam para coletar lenha e madeira. O projeto irá ocupar uma área de 1.972,74 hectares distribuída em áreas de florestas, campos rupestres, pastos e sedes de fazendas. Entretanto, o projeto está localizado no topo das serras do Sapo e Ferrugem, local que segundo entrevistas da primeira etapa do campo não era uma área comum de coleta de lenha e madeira. Além disso, a região rural de Conceição do Mato Dentro é bastante florestada e os beneficiários geralmente acessam pequenas florestas próximas a suas residências. Sendo, assim este impacto ocorre com maior intensidade sobre os beneficiários que residem próximos ao empreendimento. Entretanto mesmo para esses beneficiários a intensidade do impacto é baixa, porque a região onde o projeto se instala não era uma região muito utilizada

para coleta de lenha e madeira. Porém, o impacto é permanente enquanto durar o projeto, já que a área é propriedade privada e limita o acesso dos beneficiários.

Quadro 17: Significância do impacto: Perda de áreas utilizadas para coletar lenha e madeira.

Magnitude: Baixa		Vulnerabilidade do beneficiário: Média	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação:
Intensidade	Baixa	Intensidade de uso	Semanal
Duração	Permanente	Nível de dependência	Média
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Pequena			

- *Impedimento de acesso a áreas que eram utilizadas para coletar lenha e madeira.*

Além da área diretamente afetada, o empreendedor comprou várias propriedades na região, que serão destinadas entre outras coisas, a compensação ambiental exigida por lei e voluntária. Essas propriedades estão distribuídas próximas aos domicílios dos beneficiários afetados e, portanto, o acesso a essa região é limitado. Algumas famílias relataram durante as entrevistas da segunda etapa do trabalho de campo, que já não podem acessar algumas regiões. A intensidade do impacto é baixa, porque apesar do projeto limitar o acesso dos beneficiários a regiões ao longo da comunidade, a quantidade de lenha e madeira coletada é muito pouca frente disponibilidade na região. Além disso, segundo Diversus (2011) quase todas as famílias também possuem fogão à gás e não necessitam de madeira diariamente.

Diferentemente da área diretamente afetada pelo projeto, essas regiões são áreas florestadas, que segundo entrevistadas, eram acessadas frequentemente pelas populações locais. O impacto é permanente porque a área torna-se propriedade particular e o impedimento de acesso das comunidades permanecerá.

Quadro 18: Significância do impacto: Impedimento de acesso a áreas que eram utilizadas para coletar lenha e madeira.

Magnitude: Média		Vulnerabilidade do beneficiário: Média	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Baixa	Intensidade de uso	Semanal
Duração	Permanente	Nível de dependência	Média
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Moderada			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “fornecimento de água”.

- *Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico.*

Este impacto ocorre somente sobre a comunidade de Água Quente e região, que captavam água no Córrego Pereira e Passa Sete e não tinham outra fonte de abastecimento. Embora os córregos e rios próximos ao empreendimento não sejam enquadrados legalmente, sendo considerados de classe 2, o monitoramento feito pelo EIA nos dois pontos mais próximos ao Córrego Passa Sete e Pereira demonstram que água destes córregos está mais próxima a classe 1 (tabela 3). E mesmo sem tratamento as águas desses córregos se aproximavam muito dos padrões de potabilidade especificados em legislação (tabela 3). Todavia, os dois córregos apresentavam níveis altos de DBO, e coliformes fecais, consequência da ausência de saneamento básico na região e criação de animais próximos aos córregos.

Tabela 3: Qualidade da água aferida pelo EIA em 2006.

Parâmetros	Classe 1 Res. CONAMA 357 de 17/03/2005	Padrão de potabilidade	Ponto próximo (UTM X:0668725 Y:7913755) ao Passa Sete		Ponto próximo (UTM X:0669611 Y:791103) ao córrego Pereira	
			08/2006	03/2006	08/2006	03/2006
pH	6 a 9	6,5 a 8,5	6,9	6,69	6	7,22
Cor aparente	Natural	15	40	50	30	40
Turbidez	40	5	7,7	13,4	1,4	2,7
Sólidos totais (mg/L)	500	10000	24	43	21	34
DBO (mg/L)	3,0	-----	< 3,0	0,6	6	0,3
Óleos e Graxas	Visualmente ausente	-----	<10,0	<0,3	<10	<0,3
Alumínio total (mg/L)	0,1	0,6	<0,5	0,34	0,08	0,05
Ferro total	0,3	0,3	<0,05	3,18	0,68	<0,52
Manganês total (mg/L)	0,1	0,1	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05
Chumbo total (mg/L)	0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio total (mg/L)	0,0002	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Coliformes fecais	$0,2 \times 10^3$	Ausente	$<0,01 \times 10^3$	$0,56 \times 10^3$	<1	$2,1 \times 10^3$

Nota: Comparamos os parâmetros que foram monitorados pelo EIA. Há mais parâmetros de potabilidade e de enquadramentos de rios que não foram considerados pelo EIA.

Não foram encontrados documentos que apresente os resultados do monitoramento atual da empresa. Entretanto as observações diretas em campo (figura 20 seção 6.2.2.) e as entrevistas comprovam a impossibilidade da captação de água para abastecimento doméstico nos córregos Pereira e Passa Sete. Neste contexto, avalia-se que a intensidade do impacto é alta, porque os beneficiários não tem outra forma de abastecimento de água e não há possibilidade de utilizar os córregos nas condições atuais. Além disso, o impacto elimina totalmente o serviço ecossistêmico “fornecimento de água”, sendo necessário buscar formas alternativas de abastecimento de água.

O impacto é permanente enquanto durar o projeto, uma vez que, o córrego Passa Sete receberá efluente industrial proveniente da barragem de rejeito e o córrego Pereira será soterrado pela pilha de estéril. Portanto, mesmo com todas as medidas de contenção de sedimentos, acredita-se que as águas destes córregos não se aproximarão dos padrões de potabilidade se não forem tratadas. O impacto é considerado irreversível, porque antes da implantação do projeto as comunidades utilizavam água bruta de classe próxima a 1 e após a operação do projeto os córregos passaram por área industrial. Porém há possibilidade de tratamento das águas para abastecimento público e implantação de programa de desassoreamento de córregos, o que mitigaria o impacto.

Quadro 19: Significância do impacto: Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Atualmente as comunidades estão sendo abastecidas por poço tubular feito pela empresa e quando há problemas com essa fonte, a água é distribuída por meio de caminhão pipa. Essa medida não minimiza o impacto, somente o compensa. Entretanto as famílias da comunidade de Água Quente entrevistadas relatam que se sentem inseguras em relação a manutenção desse tipo de fornecimento de água. Além disso, o impacto sobre o serviço

ecossistêmico “fornecimento de água” continua ocorrendo, mesmo com a implantação do poço, uma vez que, conforme recomendam Landberg et al. (2013) a IFC (2012b) a substituição do benefícios por serviço de infraestrutura equivalente, não caracteriza minimização de impacto sobre o serviço ecossistêmico.

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “regulação da recarga hídrica e fluxos de água”

- *Perda de nascentes utilizadas para abastecimento doméstico devido abertura da cava ou aumento de demanda causado pelo projeto.*

Esse impacto ocorre principalmente sobre o distrito de São Sebastião de Bom Sucesso, que capta água na serra que será explotada (figura 17, ponto verde capítulo 5). Durante a realização dos trabalhos de campo, foi possível visitar as captações na serra do Sapo, que nos permitiram visualizar que as nascentes utilizadas para captação estão inseridas dentro do limite final da cava. Os pontos de captação são utilizados para abastecer todo o distrito de São Sebastião de Bom Sucesso, inclusive prédios públicos, como escolas, cartório, igreja etc.

Conforme previsto pelo EIA (MMX/BRANDT, 2007) a extração do minério, consequente supressão da vegetação e rebaixamento do lençol freático acarreta no comprometimento da recarga hídrica dos aquíferos locais e perda de nascentes (figura 27), especialmente na serra do Sapo.

O órgão ambiental licenciador solicitou ao empreendedor por meio de condicionante que fosse apresentado projeto de sistema de abastecimento de água para todo o distrito. Não foi possível analisar tal medida, uma vez que, não que foi possível acessar tal documento.

A intensidade do impacto é alta, porque atinge o abastecimento de água de um distrito inteiro do município de Conceição do Mato Dentro. A duração do impacto é permanente porque está relacionado à atividade intrínseca do empreendimento, abertura da cava. O impacto é irreversível porque a recarga hídrica local e a manutenção das nascentes são dependentes do aquífero, que é formado também pelo minério que será extraído.

Figura 27: Desenho esquemático da condição atual da serra do Sapo e possível condição futura, com rebaixamento de lençol freático.

Fonte: MMX/BRANDT, 2006, p. 803

Este impacto pode ocorrer também causado pelo aumento da demanda de água do empreendimento. Durante a realização do trabalho de campo foram detectadas famílias que relatam que suas nascentes secaram depois da construção do alojamento próximo a nascente. Em todos os alojamentos foram instalados poços tubulares para suprir a demanda de água dos trabalhadores. Entretanto não foi possível analisar este impacto profundamente porque não tivemos acessos a dados sobre a localização dos poços, profundidade, para que fosse possível analisar a interferência nas nascentes.

Quadro 20: Significância do impacto: Perda de nascentes utilizadas para abastecimento doméstico devido abertura da cava ou aumento de demanda causado pelo projeto.

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Não se aplica
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “purificação de águas e efluentes”

- *Alteração da qualidade da água, devido diminuição da vazão, que faz aumentar a concentração de esgoto sanitário descarregado pelas próprias comunidades.*

Este impacto é consequência da diminuição da vazão da água de vários córregos e rios da região. Trata-se especialmente dos córregos Passa Sete e Pereira, que tiveram suas vazões diminuídas e do rio do Peixe onde será captada água para abastecimento do empreendimento. Nos córregos Passa Sete e Pereira, as próprias famílias descarregam esgoto sanitário nos córregos ou possuem fossa negra que contaminam os córregos. Com a diminuição da vazão desses córregos o processo natural de autodepuração dos córregos poderá ser prejudicado e a manutenção da qualidade das águas afetada (PIVELI e KATO, 2006). No caso do rio do peixe, como o município inteiro de Dom Joaquim descarrega esgoto sanitário neste rio, a captação de água também poderá afetar seu processo de autodepuração.

Os estudos sobre vazão do rio do Peixe e seus afluentes realizados pelo EIA (MMX/BRANDT, 2007) demonstram que a captação de água e perda de nascentes não são capazes de afetar a vazão mínima do rio. Entretanto, não há estudos que demonstrem que essa diminuição de vazão não seja capaz de alteração o processo de autodepuração do rio, ou simples diluição do esgoto. Portanto, para uma análise mais profunda deste impacto é necessário verificar as vazões dos rios e esgotos sanitários. Entretanto, o próprio órgão ambiental licenciador reconhece o impacto, uma vez que, por meio de condicionante solicitou ao empreendedor que fossem instaladas fossas sépticas na comunidade de Água Quente e região, evitando contaminação de cursos d'água.

Entretanto o impacto tem potencial de se acumular, porque os córregos afetados são os principais afluentes do rio do Peixe, onde será captada água para abastecimento do projeto e onde o município de Dom Joaquim descarrega esgoto sanitário. Portanto o impacto poderá atingir várias comunidades

localizadas ao longo do rio do Peixe, inclusive a comunidade indígena Pataxos, no município de Carmésia, que utiliza o rio principalmente com fins recreativos.

Considerando a possibilidade do impacto afetar o rio, utilizado por comunidade tradicional, o impacto pode ser considerado de média intensidade. A duração do impacto é permanente porque este é consequência da redução da vazão dos córregos e rios da região. O impacto é irreversível, visto que a manutenção da vazão dos córregos é dependente da recarga hídrica local, que será alterada com extração do minério. Entretanto, o impacto pode ser minimizado se sistemas de tratamento de esgoto sanitário forem implantados.

Quadro 21: Significância do impacto: Alteração da qualidade da água, devido diminuição da vazão hídrica, o que faz aumentar a concentração de esgoto sanitário descarregado pelas próprias comunidades.

Magnitude: Média		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Média	Intensidade de uso	Não se aplica
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

- *Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto*

Conforme descrito no EIA (MMX/BRANDT, 2006) o projeto apresenta alto potencial de produção de esgoto sanitário, proveniente especialmente de alojamentos e canteiros de obras, assim como óleos e graxas proveniente de manutenção de equipamentos. Esses efluentes se não forem tratados de maneira adequada poderão contaminar córregos e rios da região aumentando o impacto sobre o serviço ecossistêmico purificação e tratamento de efluentes.

Em 2011 foi comprovado por meio de boletim de ocorrência (figura 28) que alojamentos de empresas terceirizadas do empreendedor estavam descarregando esgoto sanitário diretamente em córregos da região sem tratamento prévio. Medidas corretivas foram adotadas e atualmente a empresa apresenta relatórios de monitoramento dos esgotos sanitários provenientes dos alojamentos (FERREIRA ROCHA, 2013).

Figura 28: Descarga de esgoto sanitário sem tratamento, proveniente de alojamentos de empresas terceirizadas em córregos do entorno de empreendimento.

Fonte: B.O n.220168. Polícia Militar e Civil do Estado de Minas Gerais

A intensidade do impacto é baixa, visto que poderá ocorrer somente por acidente e pontualmente. A duração é temporária, sendo a principal fonte de emissão de efluentes são os alojamentos que só são mantidos durante a fase de instalação do empreendimento. O impacto é reversível, já que depende apenas do tratamento dos efluentes gerados pelo empreendedor. Entretanto, como as comunidades que utilizam os cursos d'água da região não são abastecidas por água encanada e tratada, a importância e a dependência das comunidades pela manutenção da qualidade água é alta.

Quadro 22: Significância do impacto: Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto

Magnitude: Baixa		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Baixa	Intensidade de uso	Não se aplica
Duração	Temporária	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Moderada			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “valores educacionais e de inspirações”

- *Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidades naturais.*

O ambiente de campos rupestres sobre canga é considerado prioritário para conservação da biodiversidade de Minas Gerais (DRUMMOND et al. 2005). Essa região de Conceição do mato Dentro é caracterizada como de vulnerabilidade natural muito alta pelo ZEE/MG. A vulnerabilidade natural dessa região está associada a baixa resiliência de seus ecossistemas. Os ecossistemas com baixa resiliência, ao sofrerem algum tipo de distúrbio que altere sua faixa de equilíbrio ecológico apresentam baixa capacidade de retornar ao equilíbrio ecológico estabelecido antes do distúrbio, ou necessitam de um longo período de tempo fazê-lo ou para estabelecer outra faixa de equilíbrio. Esse equilíbrio está relacionado principalmente com o fluxo de

energia ou biomassa e a taxa populacional das espécies no ecossistema, que depende das relações ecológicas internas ao sistema como competição e fatores externos como, disponibilidade de recursos (PIMM, 1991). Diretamente associada à vulnerabilidade natural e a baixa resiliência, está o alto nível de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas da região.

Devido à vulnerabilidade dessas regiões em Minas Gerais e suas características de estar associada ao minério de ferro elas são indicadas como prioritárias para conservação (SEMADE et al., 2005; DRUMMOND et al. 2005). Além disso, é comum a presença de cavidades naturais, cavernas e áreas de interesse arqueológicos nessas regiões, como é o caso da serra do Sapo e Ferrugem. Apesar dessas informações não é possível estimar a intensidade do impacto da perda das áreas do ponto de vista científico para o estado de Minas Gerais ou Brasil, porque não há parâmetros para comparar a quantidade de perda.

Quadro 23: Significância do impacto: Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidades naturais.

Magnitude: Não foi possível identificar.		Vulnerabilidade do beneficiário: Não foi possível identificar	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Não foi possível estimar	Intensidade de uso	Não se aplica
Duração	Permanente	Nível de dependência	Não se aplica
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Não foi identificado.
Significância do impacto: Não foi possível estimar.			

6-5.2.3. Impactos indiretos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários.

Nesta seção apresenta-se a avaliação da magnitude dos impactos indiretos sobre cada serviço ecossistêmico. Assim como a seção anterior, o texto é organizado de acordo com os serviços ecossistêmicos e, quando o mesmo impacto ocorre sobre mais de um serviço, a avaliação é feita de maneira integrada.

Impactos sobre os serviços ecossistêmicos “culturas agrícolas” e “criações de animais”

Como ocorrem os mesmos impactos sobre culturas agrícolas e criações de animais, apresenta-se a análise de significância desses impactos de maneira conjunta.

- *Perda de produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água.*

Este impacto é consequência do assoreamento e poluição das águas utilizadas para irrigação de hortas e dessedentação de animais. A população rural de Conceição do Mato Dentro é caracterizada como agricultores de subsistência, portanto esse impacto tem intensidade alta por interferir nos meios de subsistência da população local. Durante as entrevistas muitas famílias relataram perda de animais, seja por atolamento em porções assoreadas dos córregos, ou por falta de água. As famílias relataram também a perda de hortas por falta de irrigação. Embora a Anglo American ateste, por meio de monitoramento que a qualidade das águas segue o padrão classe 2 (FERREIRA ROCHA, 2013), o alto nível de turbidez e cor das águas causa rejeição nas pessoas. Neste contexto muitas famílias relatam que deixaram de plantar hortas e diminuíram significativamente a produção de animais.

Este impacto tem maior potencial de ocorrência sobre as comunidades de Água Quente e região, que eram abastecidas pelas águas dos córregos Passa Sete e Pereira (figura 20, seção 6.2.2.). O impacto é permanente enquanto durar o projeto já que o córrego Passa Sete é diretamente afetado pela barragem de rejeito e o córrego Pereira pela pilha de estéril e cava. Entretanto o impacto é reversível, por meio da implantação de medidas de desassoreamento do leito dos córregos e medidas mais eficazes de controle de sedimentos.

Quadro 24: Significância do impacto: Perda de produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

- *Diminuição da renda obtida pela venda de produção excedente.*

A consequência direta da queda da produção animal tem se a queda da renda adquirida pela venda de produção excedente. Como as famílias estão produzindo menos verduras e animais sobra menos produção para vender. A intensidade do impacto é alta, por se tratar de agricultores de subsistência, com modos de obtenção de renda limitados. Do mesmo modo que o impacto relacionada à perda de produção, este impacto é permanente enquanto durar o projeto, devido aos impactos sobre a qualidade das águas dos córregos Passa Sete e Pereira. Porém é reversível se programas de desassoreamentos, sistemas de controle de assoreamento e poluição dos cursos d'água forem implantados.

Quadro 25: Significância do impacto: Diminuição da renda obtida pela venda de produção excedente.

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “pesca”

- *Queda da atividade pesqueira.*

A primeira consequência da diminuição da quantidade de peixes nos córregos do entorno do projeto é a queda da atividade pesqueira pelas populações locais. A maioria das famílias relata que pescam diariamente (quadro 10 e 11). Portanto, o peixe é fonte essencial de alimentos das famílias, uma vez que, trata-se agricultores de subsistência, que produzem praticamente tudo que consomem. Os moradores, especialmente da comunidade de Água

Quente, relatam que antes da instalação do projeto, que eram muito fácil encontrar peixes e que nunca faltava. Atualmente os moradores afirmam que é possível encontrar poucos peixes e esporadicamente.

A intensidade do impacto é alta por afeta os meios de subsistência de populações locais. A duração do impacto é permanente enquanto durar o projeto, porque as comunidades costumavam a pescar com mais frequência nos córregos Pereira e Passa Sete, afetados pelo projeto. Entretanto o impacto pode ser revertido se implantados programas de desassoreamento, controle de assoreamento e restauração do ecossistema aquático (PRETTY et al. 2003; MARQUES et al. 2013).

Quadro 26: Significância do impacto: Queda da atividade pesqueira.

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível.	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “aquicultura”

- *Perda de fonte de proteínas*

As famílias que relataram ter o costume de criar peixes, o fazem como forma de complementação de alimentação. Algumas dessas famílias criam ou criavam os peixes em pequenas barragens ao longo de córregos e outros em tanques. Este impacto ocorre sobre as famílias que mantinham essas pequenas barragens em córregos que foram assoreados. A intensidade do impacto é pequena, por não se tratar de uma atividade comum em córregos que foram afetados pelo projeto. O impacto é permanente enquanto durar o projeto, porém reversível se foram implantados programas de desassoreamentos dos córregos e sistemas de controle de sedimentos.

Quadro 27: Significância do impacto: Perda de fonte de proteínas

Magnitude: Baixa		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Pequena	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Reversível.	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Moderada			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “madeira”

- *Aumento dos custos para manutenção de moradias*

Este impacto é consequência da ocupação de áreas florestadas pelo projeto e limitação de acesso de beneficiários a áreas de coletas de madeira. As famílias que relataram ter o costume de coletar madeira, o fazem para manutenção de casas e cercas, principalmente. A manutenção é feita esporadicamente e os beneficiários apresentam outras opções de coleta de madeira. Portanto a intensidade do impacto é baixa, porém permanente enquanto durar o projeto. O impacto é reversível, se implantado projeto de recuperação de áreas degradadas e o acesso dos beneficiários à áreas restritas foram liberadas.

Quadro 28: Significância do impacto: Aumento dos custos para manutenção de moradias.

Magnitude: Baixa		Vulnerabilidade do beneficiário: Média	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Baixa	Intensidade de uso	Semanal
Duração	Permanente	Nível de dependência	Média
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Pequena			

Impactos sobre o serviço ecossistêmico “combustível de biomassa”

- *Aumento dos custos de produção de doces e alimentação diária.*

Este impacto é consequência da limitação de acesso a áreas utilizadas para coletar lenha e do impacto, conversação de áreas rurais e florestadas em área industrial. Conforme descrição de Diversus (2011), e observações em campos, todas as famílias da zona rural tem fogão à lenha. Portanto esse impacto incide novamente sobre a forma de obtenção de renda das famílias afetadas. Por outro lado, incide também sobre a forma de alimentação diária de agricultores de subsistência. Entretanto, a intensidade do impacto é média porque a quantidade de lenha coletada é pouca e pode ser encontrada em áreas possivelmente mais distantes, que não estejam sobre a influência do projeto. O impacto é permanente enquanto durar o projeto, uma vez que as áreas são propriedades privada.

Quadro 29: Significância do impacto: Aumento dos custos de produção de doces e alimentação diária.

Magnitude: Média		Vulnerabilidade do beneficiário: Média	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Média	Intensidade de uso	Semanal
Duração	Permanente	Nível de dependência	Média
Reversibilidade	Reversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Moderada			

Impactos sobre os serviços ecossistêmicos: “fornecimento de água”, “regulação da recarga hídrica e fluxos de água” e “Purificação de águas e tratamento de efluentes”

O impacto a seguir é consequente dos impactos diretos sobre os serviços “fornecimento de água”, “regulação da recarga hídrica e fluxos de água” e “purificação de águas e tratamento de efluentes”. Trata-se do mesmo impacto que está relacionado ou comprometimento dos usos da água pelas populações locais. Portanto, apresenta-se a avaliação da significância a seguir trata esse impacto de maneira integrada.

- *Comprometimento de todos os usos da água por populações locais*

Este impacto é consequência (ou efeito cumulativo) dos impactos relacionados ao assoreamento, poluição, aumento de demanda e diminuição da vazão dos córregos Passa Sete e Pereira e supressão de nascentes da Serra do Sapo. Portanto, o impacto atinge as comunidade de Água Quente e região e o distrito de São Sebastião de Bom Sucesso inteiro, abastecidos por águas dos córregos afetados e nascentes da Serra do Sapo, respectivamente. Em uma escala regional esse impacto atinge inclusive o rio Peixe, que apresenta potencial de geração de energia em pequena escala (MMX/BRANDT, 2006).

As famílias das duas comunidades não tem acesso a um sistema de abastecimento de água e, portanto, não tem outras opções de acesso a água. Neste contexto a intensidade do impacto é alta, por trata-se de assoreamento, poluição, e diminuição de vazão de cursos d'água utilizados para abastecimento doméstico. O impacto é permanente enquanto durar o projeto,

porque os cursos d'água são afetados por estruturas indispensáveis do projeto. O impacto é irreversível porque os cursos d'água serão provenientes de área industrial e esses não poderão ser utilizados para abastecimento doméstico, o que inclui consumo, cozinhar, lavar roupas, lavar vasilhas etc.

Quadro 30: Significância do impacto: Comprometimento de todos os usos da água por populações locais.

Magnitude: Alta		Vulnerabilidade do beneficiário: Alta	
Atributos	Avaliação	Atributos	Avaliação
Intensidade	Alta	Intensidade de uso	Diária
Duração	Permanente	Nível de dependência	Alta
Reversibilidade	Irreversível	Importância relativa	Alta
Significância do impacto: Grande			

6-6. Comparação entre a significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários e a significâncias dos impactos descritos no EIA

Conforme descrito na metodologia, apresenta-se a análise dos resultados, baseada na comparação entre a significância dos impactos do EIA, com a significância dos impactos sobre serviços ecossistêmicos.

A significância do EIA (MMX/BRANDT, 2006) é dada pela relação entre os atributos de intensidade e abrangência. A intensidade vai de uma escala de baixa a muito alta e indica as consequências que o impacto gera sobre o meio. A abrangência descreve a distribuição espacial dos impactos. Sendo assim, no EIA há quatro níveis de significância de impactos (quadro 31). Nesta pesquisa foi estabelecido três níveis de significância de impactos (figura 15, capítulo 4).

Embora no EIA tenha sido utilizado os mesmos critérios para avaliação da significância dos impactos positivos, escopo desta pesquisa é focado nos impactos negativos. Portanto, a comparação que se segue relaciona apenas os impactos negativos descritos no EIA. Para fins de comparação, considerou-se os impactos que o EIA considerava como impacto real. Este impacto é determinado em um cenário que considera a implementação de medidas de mitigação. O EIA também descreve o impacto potencial, que é avaliado em um cenário sem qualquer medida de mitigação ao controle de impactos, o que na prática não existe.

Quadro 31: Significância dos impactos descritos no EIA da mina Sapo-Ferrugem

Significância	Atributos
Desprezível	Impacto de baixa intensidade e pontual; Impacto de baixa intensidade e restrito à ADA; Impacto de baixa intensidade, atuante sobre ADA e All Impacto de média intensidade, porém pontual.
Marginal	Impacto de média intensidade restrito a ADA Impacto de baixa intensidade, de abrangência extra-regional; Impacto de média intensidade atuante sobre ADA e All
Crítica	Impacto de alta intensidade, de abrangência pontual. Impacto de média intensidade, de abrangência extra-regional; Impacto de alta intensidade, de abrangência sobre a ADA; Impacto de alta intensidade, de abrangência sobre a ADA e All; Impacto de intensidade muito alta, de abrangência pontual.
Catastrófica	Impacto de intensidade muito alta, de abrangência sobre a ADA. Impacto de alta intensidade, com efeito extra-regional; Impacto de intensidade muito alta, de abrangência sobre a ADA e All; Impacto de intensidade muito alta, de abrangência extra-regional.

Fonte: MMX/BRANTD, 2007.

O EIA identificou oito impactos considerados no nível “crítico”, 26 impactos considerados com significância “marginal” e doze impactos de significância desprezível. Por meio da ASE identificou-se dez impactos sobre serviços prioritários com significância “Grande”. São quatro impactos sobre serviços prioritários de significância média e três impactos avaliados com pequena significância. Houve um impacto que não foi possível avaliar sua significância (quadro 32 impacto destacado em azul).

Dos 18 impactos sobre serviços prioritários identificados por meio da ASE, 8 têm alguma equivalência com impactos descritos no EIA (quadro 32), os outros 10 impactos não foram descritos de nenhuma forma no EIA. Entretanto, mesmo os impactos tem que equivalência com os impactos descritos no EIA, foram avaliados com uma significância maior do que o EIA apresenta (quadro 32).

Embora, haja alguma equivalência entre os impactos descritos no EIA e identificados pela ASE, não se trata do mesmo impacto. Por exemplo, há uma certa equivalência entre o impacto “Assoreamento de cursos d’água” descrito no e o impacto “Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico” identificados pela ASE, porque os dois estão relacionados com assoreamento. Entretanto o impacto descrito no EIA, é focado no aspecto físico do impacto, ou seja, a alteração de parâmetros da qualidade da água, definidos em legislação. Por outro, lado o impacto

identificado pela ASE, trata das consequências que o assoreamento dos cursos d'água sobre as comunidades que utilizam esses córregos.

No quadro 32 foram listados apenas os impactos descritos no EIA que apresentam alguma equivalência com os impactos sobre os serviços prioritários, identificados por meio da ASE. Para os outros 35 impactos negativos descritos no EIA não foram encontrados equivalência com impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários. Tal fato não significa que a ASE não permitiria a identificação desses impactos. Conforme descrito na seção 6-3, dos resultados desta pesquisa, é possível identificar muitos outros impactos por meio da ASE. Entretanto, nesta pesquisa foram avaliados apenas os impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários. A priorização dos serviços ecossistêmicos é uma etapa importante da determinação do escopo do projeto e tem por objetivo estabelecer o foco sobre as questões mais importantes que deve ser tratado no EIA (LANDSBERG et al. 2013; IFC, 2012a).

De acordo com a seção 6-3, não seria possível identificar 1 impacto sobre o meio físico descrito pelo EIA (figura 23), 11 impactos sociais (figura 25) e 7 impactos sobre o meio biótico (figura 24). A maioria dos impactos sobre o meio biótico está relacionada com o serviço ecossistêmico “habitat”, e, portanto, a avaliação dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos não considera a categoria de serviços de suporte, conforme recomendam Landsberg et al. (2013), não sendo possível identificar muitos impactos sobre o meio biótico.

Quadro 32: Equivalência entre a significância dos impactos sobre serviços prioritários e a significância de impactos descritos no EIA.

<i>Impactos descritos no EIA</i>	<i>Impactos sobre serviços prioritários identificados pela ASE</i>
Indução de processo erosivos.	Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão.
Assoreamento de cursos d'água.	Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico.
Alteração da qualidade da água.	Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto.
Alteração da dinâmica hídrica.	Perda de nascentes utilizadas para abastecimento doméstico devido abertura da cava ou aumento de demanda causado pelo projeto.
Diminuição da abundância de espécies de peixes em função do assoreamento dos córregos.	Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento.
Perda de produção agropecuária decorrente da ocupação de terras pelo empreendimento.	Ocupação de terras cultiváveis e pastagens.
Perda de produção agropecuária devido à redução de vazão e/ou supressão de nascente.	Perda de produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água.
Impactos sobre o patrimônio arqueológico da ADA.	Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidades naturais.
Redução de ambientes por instalação da cava na serra do Sapo-Ferrugem.	
	Comprometimento de todos os usos da água por populações locais.
	Assoreamento de pequenos tanques e barragens ao longo de córregos utilizados para criação de peixes.
	Perda de áreas utilizadas para coletar lenha e madeira.
	Impedimento de acesso a áreas que eram utilizadas para coletar lenha e madeira.
	Alteração da qualidade da água, devido diminuição da vazão hídrica, o que faz aumentar a concentração de esgoto sanitário descarregado pelas próprias comunidades.
	Diminuição da renda obtida pela venda de produção excedente.
	Queda da atividade pesqueira.
	Perda de fonte de proteínas.
	Aumento dos custos para manutenção de moradias.
	Aumento dos custos de produção de doces e alimentação diária.

Legenda: Coluna 1, Vermelho: Significância crítica, Verde: Significância marginal e Preto: Significância desprezível. Coluna 2: Vermelho: Significância Alta, Verde: Significância média, Preto: Significância Baixa.

Nota: Não foi possível estimar a significância desse impacto destacado em azul.

6-7. Análise da mitigação dos impactos identificados pelo EIA e pela ASE.

Para cada um dos impactos descritos no EIA, há indicação de pelo menos um programa de mitigação ou compensação. Nesta seção analise-se os programadas de mitigação para os impactos que foram descritos pelo EIA e pela ASE. Por meio dessa análise procurou-se verificar se os programas de mitigação descritos no EIA são capazes de minimizar os impactos identificados pela ASE.

Para os impactos que apresentam alguma equivalência com os impactos identificados pela ASE, foram descritos seis programas de mitigação, 2 programas de compensação e duas medidas mitigatórias (quadro 33). Como era de se esperar os programas de mitigação agem sobre a fonte do impacto, portanto tentam conter os processos erosivos ou conter os resíduos sólidos como forma de mitigar o assoreamento dos cursos d'água, por exemplo. Portanto, tais medidas também seria adotadas pela ASE, porém há de se prever medidas que hajam sobre os efeitos negativos sentidos pelos beneficiários.

Neste contexto, a análise das medidas de mitigação (quadro 33), permitiu concluir que dos oito impactos identificados pela ASE, que são equivalentes à impactos descritos no EIA, quatro não são mitigados nem compensados. Embora, haja alguma equivalência desses impactos sobre os serviços prioritários com impactos descritos no EIA, as medidas ou programas propostos pelo EIA não são abrangentes a ponto de mitigar o impacto sobre o beneficiário de cada serviço impactado.

Quadro 33: Sistematização da análise das medidas de mitigação descritas no EIA para impactos identificados também pela ASE.

Impactos descritos no EIA	Respectivas medidas ou programas de mitigação ou compensação	Respectivos Programa de monitoramento	Impactos equivalentes sobre os serviços ecossistêmicos prioritários identificados pela ASE	Medida abrange os impactos sobre os serviços?
Indução de processo erosivos	Programa de controle de processos erosivos Programa de gestão e controle de águas e efluentes	Monitoramento de processos erosivos	Conversão de áreas rurais e florestadas em área industrial, consequente aumento da erosão	Sim
Assoreamento de cursos d'água	Programa de controle de processos erosivos	Programa de monitoramento da qualidade de águas e efluentes	Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico.	Não
Alteração da qualidade da água	Programa de gestão e controle de águas e efluentes Programa de gestão e controle de resíduos sólidos		Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto	Não
Alteração da dinâmica hídrica	Programa de gestão de recursos hídricos	Plano de monitoramento pluviométrico e meteorológico	Perda de nascentes utilizadas para abastecimento doméstico devido abertura da cava ou aumento de demanda causado pelo projeto	Sim
Perda de produção agropecuária devido à redução de vazão e/ou supressão de nascente			Perda de produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água	Não
Diminuição da abundância de espécies de peixes em função do assoreamento dos córregos	Programa de controle de drenagem Programa de contenção de sólidos Programa de controle de erosão	Programa monitoramento da ictiofauna	Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento	Não
Perda de produção agropecuária decorrente da ocupação de terras pelo empreendimento	Programa de negociação fundiária Programa de reestruturação produtiva	Monitoramento socioeconômico	Ocupação de terras cultiváveis e pastagens	Sim
Impactos sobre o patrimônio arqueológico da ADA	Desenvolvimento de programa de prospecção arqueológico, resgate, valorização do patrimônio arqueológico e educação patrimonial permanente	Não há	Perda de áreas de interesse científico, em especial os campos rupestres sobre canga e cavidade naturais	Sim
Redução de ambientes por instalação da cava na serra do Sapo-Ferrugem	Desenvolvimento de um programa de proteção às espécies de campos rupestre em canga			

Os quatro impactos identificados pela ASE que não são mitigados, minimizados ou compensados por nenhuma medida ou programa previsto no EIA são: (i) Assoreamento e poluição de córregos utilizados para abastecimento doméstico; (ii) Possibilidade de poluição das águas por esgoto ou óleos e outros resíduos provenientes de instalações auxiliares do projeto; (iii) Perda da produção animal e agrícola devido à queda da qualidade da água e (iv) Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento.

Os programas de mitigação relacionados aos impactos I, II e III, não são capazes de mitigar tais impactos, porque, tais programas tem como base parâmetros de qualidade da água classe 2. Portanto a mitigação objetiva manter a qualidade da água em classe 2, o que não permite o uso da água para abastecimento doméstico, ou desenvolvimento das atividades ligadas a produção animal e agrícola. Os parâmetros de classe 2 foram determinados para todos os córregos da região porque, esses não foram enquadrados pela instituição governamental e portanto devem ser tratados como classe 2, conforme prevê legislação ambiental. Mesmo havendo minimização dos impactos, por meio das medidas previstas, os cursos d'água não poderão mais ser utilizados pelo beneficiários da mesma maneira que era feita antes da implantação do projeto, porque serão lançados efluentes nesses córregos ainda que haja tratamento. Sendo assim, o impacto altera a qualidade de vida dos beneficiários, porque prejudica o fornecimento dos serviços.

Os programas de mitigação relacionados ao impacto “Diminuição da população de peixes, devido a poluição e assoreamento” não abrangem os efeitos negativos sobre os beneficiários do serviço “Pesca”, porque esses programas não envolvem as comunidades de pescadores. Tais programas são focados minimização dos impactos sobre a fauna de peixes, especialmente os ameaçados de extinção e/ou endêmicos.

Esses resultados eram esperados, uma vez que, o que o foco do EIA analisado não foi as comunidades locais. Por outro lado, a avaliação da ASE é focada nos beneficiários dos serviços impactados, portanto, permite a avaliação das consequências sociais dos impactos sobre o meio biofísico. Como a prática atual de AIA não analisa tais consequências as medidas de mitigação para impactos físicos e bióticos não são abrangentes ao ponto de mitigar os efeitos negativos sentidos pela sociedade que utiliza os recursos impactados.

7- Discussão

Esta seção foi organizada em quatro tópicos; (i) as principais dificuldades encontradas ao longo da pesquisa; (ii) a discussão das diferenças e semelhanças entre cada etapa da ASE e prática de avaliação de impactos do Brasil; (iii) as vantagens e limitações do emprego do conceito de serviços ecossistêmicos em avaliação de impactos e (iv) uma breve discussão sobre como o conceito de serviços ecossistêmicos poderia ser incorporado à prática de avaliação de impactos no Brasil.

7-1. Principais dificuldades encontradas e limitações da pesquisa

Identificar os ecossistemas afetados pelo projeto foi a primeira dificuldade enfrentada nesta pesquisa, primeiramente porque o EIA e seus complementos não apresentam uma mapa de vegetação ou uso do solo, relacionando as estruturas do projeto, em escala suficientemente detalhada, elemento básico na identificação dos ecossistemas, conforme sugerem Landsberg et al. (2011); Geneletti (2003); Cooper (2010). Nos documentos do EIA, os mapas de vegetação e uso do solo são provenientes de dados secundários, mapeamentos feitos para o estado de Minas Gerais em escala de 1:50.000 e 1:250.000, onde não é possível delimitar estruturas do projeto e comunidade locais afetadas. Para identificar os ecossistemas afetados, é necessário dispor de mapas que localizem as comunidades do entorno do projeto, as estruturas do empreendimento, as formações vegetais e o uso do solo em uma escala apropriada (JOÃO, 2002). Segundo Geneletti (2003) e Treweek (1999), o método mais comum de se identificar ecossistemas é mapear os tipos de vegetação, já que essa, apresenta relação tanto com as comunidades da fauna, quanto com os elementos físicos do ambiente.

A identificação dos ecossistemas também depende de uma prévia conceituação do que são ecossistemas. Embora o conceito esteja em uso há décadas, não é fácil sua aplicação prática. Como os ecossistemas podem ser definidos em diferentes escalas “uma temporária poça de água em uma folha e uma bacia oceânica podem ser considerados ecossistemas” (ALCAMO et al., 2003, p. 3), foi difícil definir a escala da identificação e diferenciação dos ecossistemas neste estudo, sobretudo

porque a área do projeto (1.972,74 ha) contempla alta biodiversidade e o EIA fornece poucos dados.

Identificar os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos ecossistemas afetados, a partir do diagnóstico ambiental do EIA foi a segunda dificuldade enfrentada ao longo da pesquisa. A estrutura e a escala de análise do diagnóstico apresentado no EIA, não são adequados para identificar todos os serviços, especialmente serviços reguladores. Honrado et al. (2013) haviam concluído que a maior parte dos EIAs de Portugal não consideram os serviços ecossistêmicos reguladores nem de maneira implícita, o que foi também observado nesta pesquisa. Na prática de AIA do Brasil, o EIA é frequentemente dividido em três áreas, o meio físico, biótico e social (SÁNCHEZ, 2006), mas cada área é focada em uma escala diferente. Neste caso de estudo, o foco dos levantamentos relativos aos meios físico e biótico é a área diretamente afetada pelo projeto, o que dificulta a identificação de serviços no entorno do projeto. Já o diagnóstico social foi baseado em dados agregados sobre os municípios afetados pelo empreendimento, sem que tenha havido uma caracterização das comunidades locais, o que dificultou a identificação dos beneficiários afetados pelo projeto. Uma consequência foi o não reconhecimento que os impactos têm desigual distribuição espacial, sendo impossível identificar impactos sociais locais, impactos físicos a jusante do empreendimento e impactos cumulativos.

Estabelecer critérios da avaliação da magnitude dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos foi a terceira grande dificuldade encontrada nesta pesquisa. Estimar a magnitude dos impactos é um problema também na AIA tradicional (LAWRENCE, 2006). Sempre que possível é recomendado que sejam feitas estimativas quantitativas, baseadas em modelos matemáticos ou outros procedimentos (SÁNCHEZ, 2006). No caso dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos, o problema é acentuado devido à dificuldade de encontrar indicadores (LAYKE et al., 2012) e quantificar o fornecimento dos serviços (BURKHARD et al. 2012; MAES et al. 2012; BAGSTAD et al. 2012; BAI et al. 2011), o que permitiria estimar o quanto o impacto influencia tal fornecimento. Por outro lado, os critérios qualitativos utilizados nesta pesquisa são caracterizados por sua inerente subjetividade e baixa reprodutibilidade.

Além destas dificuldades, que podem não ser enfrentadas em aplicações práticas da ASE porque estão ligadas ao estudo de caso escolhido, existem dificuldades

relacionadas à inerente complexidade da ASE (BAKER et al., 2013). A primeira delas decorre da falta de consolidação da classificação dos serviços ecossistemas e sua descrição (WALLACE, 2006; FISHER et al., 2009). Apesar de haver necessidade de adaptação a cada contexto em que o conceito será utilizado (LANDSBERG et al., 2011), seria útil se a classificação fosse sistematizada em uma lista geral de serviços ecossistêmicos, contendo uma descrição detalhada de cada um. A segunda dificuldade está relacionada aos complexos e nem sempre consensuais conceitos que envolvem a ASE, como processos ecológicos, integridade ecológica, funções ecossistêmicas etc., cuja diferença não está clara na literatura, como sugere a constatação de que cada artigo utiliza diferentes conceitos em diferentes contextos. Portanto, nota-se que o conceito de serviços ecossistêmicos ainda está em processo de construção (HAINES-YOUNG e POTSCHIN, 2012). Espera-se que com a consolidação do conceito, fortalecimento de métodos de mensuração (BAGSTAD et al., 2012; BROEKX et al., 2013) e definição de uma lista de serviços ecossistêmicos (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2012), essas complexidades sejam superadas.

A principal limitação da pesquisa está em comparar a aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à prática de avaliação de impactos por meio de apenas um caso de estudo. Entretanto, o caso foi intencionalmente escolhido de maneira a representar o estado da arte de EIAs de projetos de mineração do Brasil. Este EIA foi produzido por empresa de consultoria estabelecida há mais de 20 anos no mercado, que atualmente acumula quase 1.000 EIAs, sendo a maioria de projetos de mineração. Embora, a comparação preliminar das abordagens (figura 12 e 13, seção 2-2) tenha sido baseada em revisão bibliográfica do que propõe a teoria de AIA (SÁNCHEZ, 2006), o foco da pesquisa foi comparar os resultados da aplicação da ASE com a prática atual de AIA, que é representada pelo caso escolhido.

Acredita-se que se o EIA escolhido estivesse mais adequado às recomendações teóricas e boas práticas internacionais, talvez teriam sido identificados um menor número de diferenças entre ASE e prática atual. Porém, não é muito útil comparar uma nova abordagem com as boas práticas recomendadas se essas não são aplicadas na prática. Além disso, as deficiências da prática atual de AIA do Brasil, encontradas no estudo de caso escolhido, são similares às deficiências discutidas internacionalmente (POPE et al. 2013; MORGAN, 2012; VANCLAY, 2012, dentre outros).

7-2. Prática atual de AIA versus ASE

Nesta seção, apresenta-se uma discussão das principais diferenças e semelhanças entre abordagens para cada componente do processo de avaliação de impactos.

1. Definição do escopo e Diagnóstico ambiental

A etapa de definição do escopo da ASE é focada nos possíveis efeitos negativos (indiretos e diretos) do projeto sobre os ecossistemas, especialmente nas consequências desses efeitos sobre a qualidade de vida humana (LANDSBERG et al., 2011), embora possa ser utilizada também para identificar impactos positivos (LANDSBERG et al. 2011). Contrariamente, a atual abordagem brasileira foca os danos ou perdas potenciais de recursos ambientais e culturais, frequentemente realizada de maneira separada (LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). A ASE tem um processo específico que define e direciona o processo de definição escopo, conhecida como priorização de serviços ecossistêmicos. Priorizar serviços ecossistêmicos parece facilitar o processo de definição de aspectos mais importantes a serem estudados. Entretanto, a definição de critérios para priorizar os serviços, assim como de critérios para estabelecer a magnitude do impactos, pode conter subjetividade. A recomendação (LANDSBERG et al. 2013; IFC, 2012) é que a dependência da população afetada, e do projeto por serviços, sejam critérios considerados para estabelecer os serviços prioritários.

A coleta de dados na abordagem tradicional resulta em um diagnóstico descritivo, normalmente composto por relatórios elaborados por especialistas de diferentes áreas, muito pouco ou nada integrado (LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). O diagnóstico não integrado resulta em uma descrição insatisfatória do ambiente (BAKER et al., 2013). No caso em estudo, o diagnóstico ambiental apresentado pelo EIA, não permitiu a identificação de todos os serviços, especialmente os reguladores, conclui-se, portanto, que na avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos, não é possível realizar o mesmo de tipo de diagnóstico ambiental. O levantamento na ASE deve ser conduzido em nível de ecossistemas, focado nos beneficiários dos serviços ecossistêmicos afetados (LANDSBERG et al., 2011; SLOOTWEG et al., 2010). Esse diagnóstico deve ser conduzido de maneira

verdadeiramente integrada, em escalas ecologicamente adequadas (TREWEEK, 1999) e liderados por gestores com experiências em temas que abordem o conceito de serviços ecossistêmico (LANDSBERG et al., 2011).

O diagnóstico do meio físico do EIA foi centrado no levantamento de dados sobre os principais temas abordados na prática avaliação de impacto (ar, água, solo, clima etc.) da área diretamente afetada pelo projeto. Sendo assim, houve pouco ou nenhum levantamento em nas áreas de entorno do projeto, onde estão localizadas várias comunidades vulneráveis. No caso do meio biótico o levantamento de dados, do EIA foi focado em inventários de espécies endêmicas e/ou ameaçadas e áreas protegidas (GONTIER et al., 2006; LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). Sendo assim, geralmente não há descrição da função de espécies chaves do ecossistema, muito importante na identificação dos serviços (GARY et al., 2009; ROUNSEVELL et al., 2010; BELLO et al., 2010). A caracterização do meio social feito pelo EIA foi focada na agregação de dados secundários sobre os municípios, delimitados como área de influência do projeto. Essa caracterização não permitiu a identificação de nenhum beneficiário afetado pelo projeto. Por outro lado, a caracterização feita por Diversus (2011), em estudo complementar ao EIA, da região que foi chamada de área de entorno do projeto, auxiliou a identificação dos beneficiários afetados. A caracterização desse estudo foi focada nas comunidades locais, e em seus modos de vida. Entretanto esse estudo visou a caracterização social das comunidades e não integrou nenhuma informação dos meios biótico e físico, especialmente relacionada a qualidade da água, ar, quantidade de peixes etc., que foram os principais temas relacionados a impactos percebidos pelas comunidades.

No caso da ASE, o diagnóstico ambiental é focado em estabelecer e depois entender a relação de fornecimento dos serviços ecossistêmicos prioritários (LANDSBERG et al. 2013). Isso inclui, portanto, um diagnóstico integrado do meio biofísico e do meio social. Por exemplo, o diagnóstico de um ecossistema aquático potencialmente afetado deve envolver, além da análise físico-química da qualidade da água, os usos dessa água por comunidades locais, se há pesca, levantamento das espécies mais pescadas e a utilidade do ambiente com fins recreativos ou turísticos.

Embora, a necessidade de mudança da maneira com que a coleta e análise dos dados do diagnóstico ambiental vêm sendo conduzida na elaboração de EIAs seja reconhecida (GONTIER et al., 2006; LANDIM e SÁNCHEZ, 2012), a simples

incorporação do conceito de serviços ecossistêmicos à AIA pode não significar a solução de todas as atuais lacunas desse processo (BAKER et al., 2013). Apesar de haver diferentes quadros conceituais apresentando maneiras de integrar o conceito de serviços ecossistêmicos à AIA (LANDSBERG et al., 2011; SLOOTWEG et al., 2010), estes quadros não fornecem as informações necessárias para se confirmar o fornecimento de cada serviço.

2. Delimitação da área de estudo

Na prática de avaliação de impactos no Brasil, geralmente a identificação da área mínima de estudo é chamada de área diretamente afetada, definida segundo limites geográficos do projeto, ou seja, essa é a mesma área onde o projeto será instalado. Consequentemente a população que residir neste local é chamada de população diretamente afetada, e é nesta área que ocorre os impactos diretos do projeto. Entretanto os efeitos do projeto nunca ficam restritos a sua própria área de instalação, portanto delimita-se a partir dos resultados dos estudos do meio físico, biótico e social a área de influência do projeto. A área de estudo e a área de influência do meio físico e biótico, no caso em estudo foram definidas segundo a bacia hidrográfica da região, e para o meio social foram utilizados limites municipais. Embora teoricamente a área de influência somente possa ser definida após a conclusão da análise dos impactos do projeto, porque essa demonstra a área onde os impactos do projeto ocorrem (SÁNCHEZ, 2006), a definição feita neste EIA vem sendo frequentemente utilizado no Brasil.

Por outro lado, na ASE determina-se a área de avaliação dos serviços ecossistêmicos impactados (LANDSBERG et al., 2011), que é a área relevante a ser estudada de acordo com os prováveis impactos do projeto sobre os serviços ecossistêmicos prioritários. Essa área inclui o local onde os serviços ecossistêmicos prioritários são fornecidos e onde os beneficiários desses serviços residem ou tem acesso a esses eles. As comunidades afetadas são os beneficiários dos serviços ecossistêmicos prioritários, que podem ter escala local ou regional. O processo de priorização dos serviços ecossistêmicos, associado a identificação da população afetada pelo projeto é o que define a área de estudo na ASE (LANDSBERG et al., 2011). Portanto, a classificação de população afetada, pela ASE é ao mesmo tempo mais ampla e mais específica do que a abordagem tradicional. A classificação é

mais ampla porque pode captar populações afetadas bastante distantes do projeto, e é mais específica porque informa quem e onde estão as populações afetadas, sem se prender a limites geográficos ou administrativos.

Definir a área de estudo do projeto segundo limites geográficos e administrativos, como bacias hidrografias e municípios, podem não ser amplos o suficiente, e conduzir a desconsideração de importantes impactos ou populações afetadas. Segundo Treweek (1999), estudos e avaliações ecológicas devem ir além das escalas geográficas e administrativas, normalmente utilizadas, e refletir áreas e limites de processos ecológicos.

No caso em estudo, por exemplo, os efeitos da possível queda da qualidade de água, do rio do Peixe na comunidade indígena localizada as margens desse rio no município de Carmésia sequer foram avaliados, porque este município não foi considerado na área de estudo e consequente área de influência do meio social no EIA. Embora essa porção da bacia do rio do Peixe tenha sido considerada como área de influência indireta dos meios físico e biótico, as consequências sociais das mudanças causadas sobre meio físico e biótico, não foram identificados. Por outro lado, como o serviço ecossistêmico “purificação de águas e efluentes” foi definido como serviço prioritário os efeitos da poluição diminuição da vazão do rio do Peixe e seus afluentes foram avaliados pela ASE.

Por outro lado, os limites administrativos para o meio antrópico para o caso em estudo prejudicou a análise dos impactos, por tornar a avaliação muito pouco específica. A comunidade rural Água Quente, por exemplo, que não tem acesso a serviços de saneamento básico sendo totalmente depende dos cursos d’água da região, e é considerada parte da área de influência direta do projeto, da mesma maneira que a população urbana do município de Conceição do Mato, que tem acesso a serviços de saneamento básico. Na ASE os efeitos da queda da qualidade de água para a comunidade indígena de Carmésia seriam analisados. Do mesmo modo que a comunidade rural Água Quente seria objeto de estudos detalhados, devido seu alto nível de dependência dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos córregos afetados pelo projeto.

3. Identificação e previsão de impactos e avaliação dos impactos

A comparação entre a etapa de identificação preliminar dos impactos da ASE permitiu identificar a maioria dos impactos do meio biótico e físico (figura 25 e 26), identificados no EIA (MMX/BRANDT, 2007). A primeira diferença percebida nesta etapa, entre as duas abordagens é a identificação de impactos sociais. A ASE identificou uma série de consequências sociais decorrentes de impactos sobre o meio físico que não foram identificados pela abordagem tradicional. Por outro lado, a ASE não permitiu a identificação de diversos impactos sociais, tanto positivos quanto negativos, que não têm relação direta com os ecossistemas, e foram identificados pelo EIA (MMX/BRANDT, 2007).

A análise de impactos sociais, frequentemente, vem sendo focada em duas perspectivas; (i) em impactos que podem ser quantificáveis ou, segundo Vanclay (2002), em “convenientes indicadores políticos”, como criação de empregos e aumento da renda ou (ii) em longas e descritivas análises sociais sem qualquer foco que não permitem a previsão de impactos. Essas duas extremas abordagens não refletem a realidade local e, portanto não permitem a previsão de impacto social, que não devem ser baseada apenas em estatísticas populacionais, taxas de empregos, expectativas ou sentimentos de mudanças da população (VANCLAY, 2002; SUOPAJARVI, 2013). A avaliação dos efeitos sociais deveria demonstrar as consequências do projeto sobre o ambiente humano, além de avaliar os processos de mudança social provocadas por essas consequências (VANCLAY, 2002). Seria de se esperar que a ASE, que relaciona sociedade e ecossistemas (HASSAN et al., 2005), não fosse capaz captar determinados efeitos que são resultados de processos de mudanças sociais que causam efeitos na própria sociedade sem causar impactos nos ecossistemas, como explica o quadro conceitual de Sloodweg et al. (2001), que sugerem uma avaliação separada de tais efeitos.

A identificação de serviços reguladores é uma das mais complexas, e não pode ser feita a partir de informações usualmente coletadas em EIAs (HONRADO et al. 2013, nem com informações coletadas por meio de avaliações expedidas (*rapid appraisal*). Como resultado, observa-se uma série de serviços reguladores que não foram analisados nesta pesquisa por falta de informações e impossibilidade de coleta. A dificuldade de análise de tais impactos não é restrita ao campo de avaliação de impactos, Layke et al. (2012) após uma revisão de vários indicadores

concluiu que para essa categoria é mais difícil de encontrar bons indicadores. Já categoria de serviços culturais, somente há indicadores para o serviço “recreação e ecoturismo” (LAYKE et al. 2012), os motivos são os mesmos encontrados na prática de avaliação de impactos sociais (IIED/WBCSD, 2002), dentre eles destaca-se a dificuldade de incorporar a realidade local, os aspectos culturais e percepções subjetivas das comunidades à avaliação de impactos, um procedimento técnico.

A segunda grande diferença da identificação dos impactos entre as abordagens é a descrição desses impactos. Geralmente na prática atual de AIA, os impactos são descritos de maneira separada, de acordo com o meio físico, biótico e social (LANDIM e SÁNCHEZ, 2012). Na ASE os impactos descritos estão relacionados aos serviços ecossistêmicos prioritários. Para cada impacto é descrito os impactos diretos (que ocorre sobre os ecossistemas ou sobre o fornecimento dos serviços) e os impactos indiretos (que são consequências dos impactos diretos, ou seja, da queda do fornecimento do serviço) (SLOOTWEG et al. 2010). Portanto, a descrição de impactos da ASE é menos fragmentada do que a prática atual de AIA, e parece apresentar uma visão mais geral e clara das consequências da implantação do projeto. Entretanto, a diferenciação entre impactos diretos e indiretos na ASE, pode gerar redundância na avaliação e deixar a análise muito descritiva, uma vez que, os impactos diretos são consequências dos impactos indiretos. Talvez, uma descrição integrada promova uma análise mais sintética e objetiva.

A previsão de impactos ou estimativa da magnitude dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos depende da identificação, mapeamento e mensuração de serviços ecossistêmicos, que são temas em construção dentro do meio acadêmico (MAES, et al., 2012; BAGSTAD, et al., 2012; BURKHARD et al., 2012; BAI et al., 2011) e que ainda são fontes de debates. O uso de indicadores (HASSAN et al., 2005; LANDSBERG et al. 2013) poderia ser uma maneira de direcionar a coleta de dados na ASE em avaliação de impactos, porém é necessário utilizar e desenvolver indicadores que sejam capazes de transmitir as informações aos tomadores de decisão e que não necessitem de sofisticadas, demoradas e custosas coleta de dados (LAYKE, et al., 2012). Entretanto, a análise de impactos sobre serviços como “pesca”, “culturas agrícolas”, que causam perda de renda obtida, por exemplo, poderiam ser estimados por meio do cálculo de produção mensal por família conforme recomendam Landsberg et al. 2013. Tal estimativa não foi feita nesta pesquisa devido a limitações de levantamento de dados em campo, e principalmente

porque quando os trabalhos de campo estavam sendo realizados os impactos sobre tais serviços já estavam sendo ocorrendo. Por outro lado, a magnitude dos impactos pode ser estimada de maneira qualitativa, identificação dos beneficiários que são afetados por aquele impacto e pela forma que o impacto afeta seus modos de vida, conforme feito nesta pesquisa.

Entretanto, prever impacto e avaliar sua significância são dificuldades também enfrentadas na prática atual de AIA (LAWRENCE, 2007). As recomendações para avaliação de impactos sugerem que a significância deve; (i) ser considerada por meio da previsão da magnitude, extensão, duração, reversibilidade e frequência do impacto (BRIGGS, HUDSON, 2013); (ii) avaliar a magnitude do impacto, duração, probabilidade de ocorrência, reversibilidade e potencial de mitigação (BYRON, 2000); (iii) considerar modelos matemáticos (quando possível) para estimar a magnitude, consulta ao público, revisão de literatura, tratar as incertezas e combinar critérios preestabelecidos (LAWRENCE, 2007). Portanto, concluiu-se que a significância dos impactos é resultado da relação entre a magnitude e algum outro critério que devem considerar o receptor do impacto (GLASSON et al. 1999), no caso dos serviços ecossistêmicos, seus beneficiários.

A significância no EIA estudado (MMX/BRANDT, 2007) resulta da relação entre a intensidade e abrangência espacial (quadro 32). Já a significância dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos prioritários foi estabelecida nesta pesquisa como o resultado da relação entre a vulnerabilidade do beneficiário e magnitude do impacto. O resultado da comparação entre as duas avaliações mostra que a significância dos impactos que foram identificados pelas duas abordagens sempre é maior quando avaliado pela ASE. Esse fato pode ser explicado devido a proximidade que os critérios da ASE apresentam em relação as comunidades atingidas pelo impacto.

4. Mitigação dos impactos

Como consequência da escala utilizada na avaliação dos impactos feita por meio da ASE, o foco da indicação de medidas de mitigação são os beneficiários dos serviços ecossistêmicos impactados. O objetivo dessas medidas é aumentar ou pelo manter a qualidade de vida da população afetada pelo projeto (LANDSBERG et al. 2011). As medidas de mitigação e compensação do caso em estudo seguem as exigências legais, conforme a maioria dos EIAs do Brasil (LANDIM e SÁNCHEZ,

2013), e não foram capazes de evitar, mitigar ou minimizar uma série de impactos sobre as populações locais.

Portanto, ainda que haja critérios legais que norteiem à indicação de medidas de mitigação, deve-se avaliar como o beneficiário utilizava o serviço antes do projeto ser instalado. No caso dos córregos impactados pelo caso em estudo, por exemplo, ainda que a legislação brasileira determine que a empresa deve manter a qualidade da água dentro dos parâmetros da classe 2, as mitigações indicadas pela ASE, seriam mais restritivas. Porque utilizar os parâmetros da qualidade da água de classe 2, como indicador da mitigação dos impactos, diminuiu a qualidade de vida da população que utilizava os cursos d'água afetados, uma vez que, restringiu os usos da água.

7-3. Vantagens e limitações da ASE

A exigência da IFC (IFC, 2012a), o desenvolvimento de quadros conceituais (SLOOTWEG et al. 2001) e de guias (LANDSBERG et al. 2013) para aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos sugerem que tal conceito possa trazer aprimoramentos à prática atual de AIA. Neste contexto, foram constatadas certas vantagens e limitações (quadro 34) da aplicação do conceito a avaliação de impactos, discutidas nesta seção.

Quadro 34: Resumo das vantagens e limitações da aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos.

Avaliação de impactos por meio da Abordagem de Serviços Ecossistêmicos	
Vantagens	Limitações
Melhoria do processo de determinação do escopo.	A classificação dos serviços não é padronizada e envolve outros conceitos complexos
Promove diagnóstico ambiental mais integrado, focado nas comunidades locais e seus conhecimentos.	A avaliação depende da coleta de dados específicos, no mínimo por meio de entrevistas com beneficiários afetados.
Melhoria na delimitação da área de estudo, e consequente diagnóstico ambiental.	É difícil traduzir alguns serviços ecossistêmicos para populações locais.
Identificação de efeitos sociais negativos que geralmente não são identificados, especialmente aqueles decorrentes de impactos do meio físico.	Não permite identificar todos os impactos identificados pela prática atual de AIA.
Identificação e compreensão de impactos cumulativos.	Há serviços que são muito complexos de serem avaliados, especialmente os reguladores.
Melhoria na avaliação da significância dos impactos.	A estimativa da magnitude dos impactos é tão complexa ou mais, que na prática de AIA.

7-3.1. Vantagens da aplicação do conceito de serviço ecossistêmico em avaliação de impactos

Das seis vantagens (quadro 34) identificadas nesta pesquisa, quatro foram apresentadas por Baker et al. (2013), como potenciais contribuições do conceito de serviços ecossistêmicos para superar deficiências da atual prática de avaliação de impactos. São elas: melhoria do processo de determinação do escopo; promoção de diagnóstico ambiental mais integrado, focado nas comunidades locais e seus conhecimentos; identificação e compreensão de impactos cumulativos e melhoria na avaliação da significância dos impactos. A seguir são discutidas cada uma dessas vantagens.

Melhoria do processo de determinação do escopo

Baker et al. (2013) esperavam que a identificação de serviços prioritários, como processo fundamental da definição do escopo, auxiliaria o processo de avaliação da significância dos impactos. De fato, a priorização dos serviços, nesta pesquisa, foi um processo de consolidação e sistematização do conhecimento da região. Embora nesta pesquisa o conhecimento da região tenha sido muito aprofundado, porque a base de informações era o EIA e seu complemento, acredita-se que a priorização irá auxiliar a definição do escopo em contexto de aplicação prática, ou seja, antes do início do estudo propriamente dito.

A avaliação dos impactos sobre os serviços prioritários, nesta pesquisa, permitiu identificar impactos que não foram identificados pelo EIA. Entretanto, isso não significa que a determinação do escopo da ASE tenha sido melhor que a determinação do escopo do EIA, porque o EIA também identificou impactos que não foram identificados pela ASE. Tal fato indica que a incorporação do conceito na abordagem tradicional de AIA poderá promover melhorias ao processo já existente, mas não substituí-lo.

Melhoria na delimitação da área de estudo e consequente diagnóstico ambiental

No caso analisado, a área de estudo foi denominada “área de influência” e delimitada por área do conhecimento, portanto existem três diferentes áreas de

influências (anexo 2). A bacia hidrográfica do rio de Peixe foi escolhida como área de influência do meio físico devido a captação de água do projeto neste rio. Para o meio biótico foram escolhidas as áreas mais sensíveis da bacia, considerando principalmente a herpetofauna e ictiofauna. Para o meio social foram considerados todos os municípios onde há estruturas projeto porque, segundo estudos complementares, o projeto tem potencial de causar impactos diretos em toda a área do município (FERREIRA ROCHA, 2013).

Segundo Landsberg et al. (2013) área de estudo para avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos deve compreender a área onde os serviços prioritários são fornecidos e a área onde os beneficiários desses serviços vivem e os acessam. Portanto, na ASE há apenas uma área de estudo, que também pode ter como base a bacia hidrográfica afetada pelo projeto.

Promove diagnóstico ambiental mais integrado, focado nas comunidades locais e seus conhecimentos.

A não identificação, pelo EIA, de comunidades locais afetadas pelo projeto gerou uma série de conflitos (BACKER, PEREIRA, 2011) e posteriores estudos de complementares (MMX/ENERGY CHOICE, 2008; DIVERSUS, 2011). A capacidade de integração do conceito de serviço ecossistêmico promoveria um diagnóstico ambiental, mais integrado porque é direcionado a uma área de estudo delimitada por critérios não arbitrários e focado nas comunidades locais afetadas. O foco nas comunidades locais foi apresentado por Baker et al. (2013), como uma potencial contribuição do conceito para prática de AIA.

O diagnóstico da ASE deve identificar e localizar os beneficiários afetados de cada serviço potencialmente impactado. Além disso, deve-se compreender as relações de dependência dos beneficiários de serviços prioritários (LANDSBERG et al. 2013). Essa análise induz a obtenção de dados primários e valoriza o conhecimento local, diferindo radicalmente da prática de AIA no Brasil, usualmente focada em dados secundários agregados em nível de municípios.

Identificação e compreensão de efeitos cumulativos

Facilitar a identificação de efeitos cumulativos seria mais uma característica intrínseca da ASE (BAKER et al. 2013; SLOOTWEG et al. 2010; LANDSERG et al. 2013). Como os impactos do projeto não são divididos por área de conhecimento, sendo apresentados de acordo com os serviços prioritários, é possível perceber quais efeitos se acumulam sobre os mesmo serviços e beneficiários. Efeitos cumulativos são resultados de mudanças ambientais sobre o mesmo recurso ou população, causadas por diferentes intervenções ou atividades (no caso o projeto), provenientes do passado, presente ou futuro, que podem ter baixa intensidade individualmente, mas que se somam, tornando-se significativos (HEGMANN et al. 1999; COOPER, 2004; SÁNCHEZ, 2006).

Nesta pesquisa, por exemplo, a ASE permitiu identificar que várias atividades causaram impactos sobre os córregos Passa Sete e Pereira, utilizados de várias formas pelas populações locais. O somatório dos impactos causados pelo assoreamento, poluição, diminuição da vazão, resultou no comprometimento de todos os usos dos córregos pelas populações locais. Conforme explicam Baker et al. (2013), o conceito de serviços ecossistêmicos analisa os benefícios que o ambiente afetado fornece às populações, por isso permite análise integrada de vários impactos sobre um benefício, neste caso o fornecimento de água.

Identificação de efeitos sociais negativos que geralmente não são identificados, especialmente aqueles decorrentes de impactos do meio físico

Conforme era esperado por Landsberg et al. (2013), a aplicação do conceito de serviço ecossistêmico permite identificar impactos que não são considerados normalmente em EIAs. Vanclay (2002) discute que a avaliação de impactos sociais baseada apenas em agregação de dados estatísticos demográficos e econômicos, que normalmente é feita na prática de AIA, e foi feita pelo caso estudado, não permite a identificação de todas as consequências sociais do projeto, especialmente sobre populações locais.

Por meio da ASE foram identificados 18 impactos sobre serviços ecossistêmicos prioritários, desses 10 não foram identificados pelo EIA. Esses são impactos sociais, intimamente relacionados aos modos de vida da população local, porque

relacionam, dentre outras a atividades de coleta de lenha, renda obtida por produção em pequena escala e usos das águas de pequenos córregos. Uma análise em escala de município, como é normalmente feita na prática de AIA (VANCLAY, 2002), não permite a identificação de tais impactos. Portanto essa vantagem é consequência direta do passo metodológico relacionado a identificação de beneficiários afetados proposto por Landsberg et al. (2013) e também recomendado no quadro conceitual de Sloodweg et al. (2010). Entretanto, convém destacar que nada impede que um EIA elaborado por meio de uma abordagem tradicional também faça levantamentos de suficiente detalhe para identificar, por exemplo, as comunidades vizinhas e os usos de recursos naturais como lenha, plantas medicinais, água etc. que, por sua vez, permitam maior grau de resolução e detalhamento na identificação e subsequente análise de impactos sociais.

Melhoria na avaliação da significância dos impactos

A avaliação da significância dos impactos é umas das etapas mais complexas do processo de AIA (GLASSON et al. 1999) e é tema de discussão no meio acadêmico (LAWRENCE, 2007). A questão mais criticada dessa etapa é a subjetividade da avaliação. Existe um consenso teórico (SÁNCHEZ, 2006; GLASSON et al. 1999; BRYON, 2000) de que a significância do impacto é resultado da relação entre a magnitude do impacto e a sensibilidade do receptor do impacto. Baker et al. (2013) perceberam potencial no conceito de serviço ecossistêmico, em preencher essa lacuna, porque o conceito foca nos benefícios ou usos dos recursos naturais e não nos próprios recursos, o que aproxima a avaliação do receptor do impacto.

Por meio da ASE foi possível desenvolver uma maneira mais realística de estimar a sensibilidade do receptor do impacto. Essa sensibilidade foi estimada a partir da avaliação da vulnerabilidade do beneficiário afetado, que envolveu atributos relacionados à frequência de uso do serviço pelo beneficiário e sua dependência por tal serviço. Além disso, a vulnerabilidade do beneficiário é baseada em uma avaliação de importância dada pelo próprio beneficiário, que nesta pesquisa foi coletada por meio de entrevistas. Posteriormente considerou-se a importância que mais se repetia nas entrevistas para traçar uma avaliação de importância por comunidade. Essa análise foi possível porque tratava-se de famílias que vivem de maneira muito semelhante em uma mesma comunidade (DIVERSUS, 2011).

Entretanto existem outras técnicas que podem ser aplicadas para coletar a essa informação de maneira coletiva, como grupos focais e discussões comunitárias (USAID 2010). Embora, a estimativa da magnitude, tenha avaliada de maneira qualitativa, como normalmente é feito na prática de AIA (LAWRENCE, 2007), definir critérios menos subjetivos para avaliação da sensibilidade do receptor do impacto, aprimorou a avaliação da significância dos impactos.

7-3.2. Limitações da aplicação do conceito de serviços ecossistêmico em avaliação de impactos

Por meio do teste desenvolvido nesta pesquisa, identificou seis limitações da utilização da ASE. Dessas seis limitações, quatro foram discutidas por Baker et al. (2013) como fraquezas da aplicação do conceito na prática de avaliação de impactos. Estão relacionadas à: (i) complexidade da abordagem; (ii) necessidade de coleta de dados específicos; (iii) linguagem utilizada; (iv) não identificação de impactos que não estão diretamente relacionados a ecossistemas.

A classificação dos serviços não é padronizada e envolve outros conceitos complexos

Embora existam tentativas de padronização (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2012; FISHER, 2008), não há uma classificação dos serviços ecossistêmicos, consolidada e que possa ser aplicada a diversos contextos de avaliação. Além disso, o conceito envolve outros conceitos complexos, como funções ecossistêmicas e funções ecológicas, que podem trazer dificuldades à equipe de planejamento do EIA. Por outro lado, Baker et al. (2013) discutem que a própria natureza integrada do conceito de serviços ecossistêmicos pode dificultar o desenvolvimento da avaliação de impactos. Há de se considerar que uma avaliação de impactos envolve consultores de diversas áreas do conhecimento, que para o sucesso da aplicação da ASE devem trabalhar de maneira verdadeiramente integrada.

A avaliação depende da coleta de dados específicos, no mínimo por meio de entrevistas com beneficiários afetados

As informações disponíveis no EIA não permitiram identificar alguns serviços ecossistêmicos, em sua maioria os reguladores. Honrado et al. (2013) identificaram, a partir da análise de 12 EIAs, que os serviços reguladores quase nunca são considerados nessas avaliações, nem mesmo de maneira implícita. Este fato pode estar relacionado à complexidade das informações necessárias para analisar essa categoria de serviço (LAYKE, 2012). A identificação dos beneficiários afetados também depende de coletas de dados específicas, em escala local. A coleta de informações específicas pode significar aumento de custos e tempo na elaboração do EIA, conforme previram Baker et al. (2013) e alertaram Layke et al. (2012).

É difícil traduzir alguns serviços ecossistêmicos para populações locais

Slootweg et al. (2010) acreditam que o conceito de serviços ecossistêmicos possa ser utilizado como uma maneira de se traduzir conceitos mais complexos como biodiversidade, o que não foi observado nesta pesquisa. Contrariamente, foram encontradas dificuldades em traduzir certos serviços, especialmente reguladores, para população afetada. Embora, o conceito seja capaz de traduzir elementos da natureza em benefícios da sociedade, existem benefícios que são muito intangíveis e distantes da realidade das populações locais (BAKER et al., 2013).

Não permite identificar todos os impactos identificados pela prática atual de AIA

Conforme explica o quadro conceitual de Slootweg et al. (2010) (figura 7, deste trabalho) qualquer intervenção planejada tem potencial de causar impactos diretamente na sociedade sem intervir nos ecossistemas. Esses impactos não podem ser identificados pela ASE (BAKER et al., 2013), pois resultam de processos de mudanças sociais, induzidos pelo projeto (VANCLAY, 2002). O foco do emprego do conceito de serviços ecossistêmicos à avaliação de impactos é identificar consequências sociais das mudanças nos ecossistemas (LANDSBERG et al. 2013).

A estimativa da magnitude dos impactos é tão complexa ou mais, que na prática de AIA

Não foram observados avanços metodológicos na estimativa da magnitude dos impactos avaliados por meio da ASE. Nesta pesquisa, a análise foi baseada em avaliações qualitativas, porque não foram encontrados métodos disponíveis que permitissem estimativas quantitativas ou menos subjetivas. Avaliações de magnitude quantitativas de impactos sobre serviços ecossistêmicos podem ser ainda mais complexas do que as realizadas na prática atual de AIA. Essa complexidade está relacionada a dificuldades de encontrar bons indicadores para todos os serviços (LAYKE et al., 2012) e dificuldades de mensurar fornecimento de serviços (BURKHARD et al., 2012), e/ou seus benefícios (DOBBS et al., 2011).

7-4. Análise adicional ou conceito integrador?

Os resultados obtidos neste caso de estudo sugerem que ASE pode promover uma reestruturação de algumas etapas da AIA. Essa reestruturação poderia contribuir para uma análise mais integrada dos impactos, de acordo com o que já vinha sendo discutido pela abordagem ecossistêmica (CBD, 2004), ou seja, a consideração de fato da biodiversidade no processo de avaliação (GONTIER, 2006). Portanto, a contribuição do emprego do conceito de serviços ecossistêmicos em AIA, parece não se tratar apenas da adição de um novo capítulo ao EIA que considere os impactos sobre os serviços, conforme apresentado pelos cinco casos que realizaram avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos (tabela 1, capítulo 2).

Da mesma maneira que na metodologia tradicionalmente utilizada na AIA, na ASE não cabe avaliar os impactos que as populações causam na região afetada pelo projeto, na ASE não se deve avaliar os impactos que são causados por seus beneficiários. O objetivo da avaliação de impactos considerando o conceito de serviços ecossistêmicos é analisar as novas relações que são estabelecidas com a implantação do projeto (SLOOTWEG et al. 2010). Portanto, não deve fazer parte do escopo do projeto avaliar se os beneficiários dos serviços potencialmente impactados causam impactos sobre esses serviços, embora este seja um aspecto a ser considerado no diagnóstico.

A ASE não se configura como uma alternativa de substituição da AIA tradicional (BAKER et al. 2013), mas pode promover melhorias no desenvolvimento da avaliação de impactos, especialmente nas etapas de definição do escopo e análise dos impactos. A identificação de impactos que normalmente não são identificados pela prática atual de AIA foi observada em dois dos cinco casos que fizeram avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos (ROSA e SÁNCHEZ, submetido)⁸, seguindo a recomendação da IFC (2012a). Nesta pesquisa foi possível identificar dez impactos que não foram tratados de nenhuma maneira no EIA. Portanto, a ASE pode completar a prática atual de avaliação de impactos. Entretanto, o conceito ainda é emergente e está processo de construção no meio acadêmico, assim como entre os profissionais que procuram aplicá-lo em casos reais, de modo que obter um balanço positivo entre as vantagens e limitações da ASE depende largamente de como a avaliação é conduzida na prática.

⁸ ROSA, J.C.S.; SÁNCHEZ, L. E. Is the ecosystem service concept improving impact assessment? Evidence from recent international practice. Submetido em dezembro de 2013 ao journal Environmental Impact Assessment Review.

8- Conclusões

A partir do teste de aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos em avaliação de impactos, foi possível concluir que tal conceito tem potencial de preencher algumas lacunas da prática atual de AIA, ainda que apresente limitações.

As informações disponíveis na porção diagnóstica do EIA estudado não são suficientes para identificar o fornecimento de todos os serviços ecossistêmicos, especialmente os reguladores. Como consequência, as informações do EIA também não são suficientes para estabelecer relações de causa e efeito entre as atividades/ações do projeto e os serviços ecossistêmicos fornecidos na região afetada. A escala de apresentação de informações no EIA não é compatível com as necessidades de informação para identificação de beneficiários dos serviços ecossistêmicos. A identificação de beneficiários afetados deve ser feita em uma escala de detalhe. A ASE permite a identificação de efeitos negativos do projeto que normalmente não são descritos no EIA. Entretanto a ASE não permite identificar efeitos negativos e principalmente positivos que normalmente são identificados no EIA. Os serviços de provisão são os mais fáceis de serem identificados e avaliados, técnicas de avaliações expeditas auxiliam esta identificação e análise.

A falta de padronização da classificação de serviços ecossistêmicos é um obstáculo para sua utilização na prática, além da própria complexidade da abordagem. Delimitar e identificar os ecossistemas impactados pode ser bastante difícil, assim como estabelecer a magnitude dos impactos sobre os serviços. Obter dados suficientes para as análises exigidas na ASE no tempo usualmente disponível para realização do estudo de impacto ambiental parecer ser um dos maiores desafios para as empresas de consultoria que decidam utilizar a ASE.

O sucesso da aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos à AIA depende: (i) da integração das equipes das diversas áreas de conhecimento; (ii) da coleta de dados em uma escala detalhe; (iii) de uma adequada identificação e descrição de beneficiários afetados; (iv) do desenvolvimento de um processo de priorização, que considere as populações afetadas; e (v) da consideração da percepção dos beneficiários afetados na análise da significância dos impactos. O emprego do conceito serviços ecossistêmicos pode não preencher as lacunas da atual prática de AIA esperadas, se a prática de avaliação não for conduzida de maneira integrada.

9- Referências

- ALCAMO, J. et al. Ecosystems And Human Well-Being: A Framework for Assessment. Washington: Island Press, 2003.
- ANDRADE, D. C. Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: Uma contribuição da economia ecológica. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2010.
- BAGSTAD, K. J., JOHNSON, G. W., VOIGT, B., & VILLA, F. Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services. *Ecosystem Services*, v. 4, p.117-125, 2012.
- BAI, Y., Zhuang, C., OUYANG, Z., ZHENG, H., & JIANG, B. Spatial characteristics between biodiversity and ecosystem services in a human-dominated watershed. *Ecological Complexity*, v. 8 p.177-183, 2011.
- BAKER, J., SHEATE, W., PHILLIPS, P., & EALES, R. Ecosystem services in environmental assessment - Help or Hindrance? *Environmental Impact Assessment*, v. 40, p.3 -13, 2013.
- BECKER, L. C. Tradição e modernidade: o desafio da sustentabilidade do desenvolvimento na Estrada Real. Rio de Janeiro, 2009.
- BECKER, L. C., & PEREIRA, D. d. O Projeto Minas-Rio e o desafio do desenvolvimento territorial integrado e sustentado: a grande mina em Conceição do Mato Dentro. . In: F. R. Fernandes, M. A. Enriquez, & R. d. Alamino, *Recursos Minerais & Sustentabilidade territorial*. (pp. 229-258). Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciências e Tecnologia, 2011.
- BELLO, F. d. et al. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity Conservation*, v. 19 p.2873-2893, 2010.
- BOYD, J., & BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, v. 63 p.616-626, 2007.
- BRAUMAN, K. A., DAILY, G. C., DUARTE, T. K., & MOONEY, H. A. The nature and Value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. *The annual review of environment and resources*, v. 32 p.67-98, 2007.
- BRIGGS, S.; HUDSON, M. D. Determination of significance in Ecological Impact Assessment: Past change, current practice and future improvements. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 38 p.16-25, 2013.
- BROEKX, S. et al. A web application to support the quantification and valuation of ecosystem services. *Environmental Impact Assessment Review*, v.40, p.65-74, 2013.
- BRUSSAARD, L. Ecosystem services provided by the soil biota. In: Wall, D. H. *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford University Press, 2012, p. 45-58.

BYRON, H. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A Good Practice Guide for Road Schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trust, Sandy, 2000.

BURKHARD, B., KROLL, F., NEDKOV, S., & MULLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, v. 21, p.17-29, 2012.

CBD - CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. The Ecosystem Approach (CBD Guidelines). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004.

_____ Decision adopted by the conference of the parties to the Convention on Biological Diversity at its eighth meeting. Curitiba: UNEP/CBD/COP/DEC/VII/28, 2006.

CHAN, K. M., SATTERFIELD, T., & GOLDSTEIN, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, v. 74, p. 8-18, 2012.

COOPER, L. M. Network analysis in CEA, ecosystem services assessment and green space planning. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v.28, p. 269-278, 2010.

_____ Guidelines for cumulative effects assessment in SEA of Plans, EPMG Occasional Paper 04/LMC/CEA, Imperial College London: 2004.

COSTA, J. R. Conceição do Mato Dentro: Fonte de saudade. Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.

COSTANZA, R., & Daly, H. E. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, v.6, p. 37-46, v. 1992.

COSTANZA, R., DALY, H. E., & BARTHOLOMEW J., A. Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics. In: R. Costanza, *Ecological Economics: The science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v.387, p. 253-260, 1997.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem Services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, n. 2 p. 2-16, 1997.

de GROOT, R. S. *Functions of Nature*. Wolters – Noordhoff, 1992.

de GROOT, R. S., ALKEMADE, R., BRAAT, L., HEIN, L., & WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, v. 7, p. 260-272, 2010.

de GROOT, R. S., WILSON, A. M., & BOUMANS, R. M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 393-408, 2002.

DIVERSUS. (2011). Diagnóstico socioeconômico da área diretamente afetada e da área de influência direta do empreendimento Anglo Ferrous Minas-Rio Mineração S.A. Belo Horizonte, 2011.

DOBBS, C., ESCOBEDO, F. J., & ZIPPERER, W. C. A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning*, v. 99, p. 196-206, 2011.

DOMINGUES, S. A., KARES, C. S., BIONDINI, I. V., & ANDRADE, M. A. Programa de cooperacion sur-sur. Instrumentos económicos de gestión ambiental en la Reserva da Biosfera de la Serra do Espinhaço. UNESCO, 2011.

DOVER, C. L. Mining seafloor massive sulphides and biodiversity: What is at risk? *Journal of Marine Science*, v. 68, p. 341-348, 2011.

DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B., SEBAIO, F. A., & ANTONINI, Y. Biodiversidade em Minas Gerais: Um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

EIGENBROD, F., BELL, V. A., DAVIES, H. N., HEINEMEYER, A., ARMSWORTH, P. R., & GASTON, K. J. The impact of projected increases in urbanization on ecosystem services. *Proceedings of The royal society B*, v. 278, p. 3201-3208, 2011.

ERM/RIO TINTO. Simandou Social and Environmental Impact Assessment. 2012.)

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Termo de referência para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Realatório de Impacto Ambiental (RIMA). Belo Horizonte: FEAM, (sem data).

FERREIRA ROCHA. Projeto Minas-Rio mineração: Estudo de atualização das áreas de influência. Belo Horizonte, 2013.

FISHER, B., TURNER, K., & MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, v. 68, p. 643-653, 2009.

GENELETTI, D. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 23, p. 343-365, 2003.

_____ Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 40, p. 25-35, 2013.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd ed. London: UCL Press Limited. 1999. 496p.

GONTIER, M., BALFORS, B., & MORTBERG, U. Biodiversity in environmental assessment - current practice and tools for prediction. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 26, p. 268-286, 2006.

GUERRA, I. C. *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo - Sentidos e formas de uso*. Estoril: Príncipe, 2006.

HAINES-YOUNG, R. H., & POSTCHIN, M. P. The links between biodiversity ecosystem services and human well-being. In: D. Raffaelli, & C. Frid, *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*. Cambridge: BES Ecological Reviews Series, 2010 p. 101-139.

_____. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, 2012.

HASSAN, R. M., SCHOLLES, R., & ASH, N. *Ecosystems and Human Well-Being: current state and trends*. Washington: Island Press, 2005.

HEDLUND, K; HARRIS, J. Delivery of soil ecosystem services: From Gaia to Genes. In: Wall, D. H. *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford University Press, 2012, p. 98-109.

HEGMANN, G. et al. *Cumulative effects assessment practitioners guide*. Prepared by AXYS Environmental Consulting Ltd. and the CEA Working Group for the Canadian Environmental Assessment Agency, Hull, Webec. Canada: 1999.

HELMING, K., DIEHL, K., GENELETTI, D., & WIGGERING, H. Mainstreaming ecosystem services in European policy impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 40, p. 82-87, 2013.

HONRADO, J. P., VIEIRA, C., SOARES, C., MONTEIRO, M. B., MARCOS, B., PEREIRA, H. M., & PARTIDÁRIO, M. R. Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 40, p. 14-24, 2013.

HOUDET, J., TROMMETTER, M., & WEBBER, J. Understanding changes in business strategies regarding biodiversity and ecosystem services. *Ecological Economics*, v. 73 p. 37-46, 2012.

HOWARTH, R. B., & FARBER, S. Accounting for the value of ecosystem services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 421-429, 2002.

HUALIN, X., WANG, J., & JING, H. (2012). Environmental Impact Assessment of land use planning based on ecosystem services valuation in Xingguo County. *International Conference on Environmental Science and Engineering (ICESE 2011)*. *Procedia Environmental Sciences*, 2011, p.87-92.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTA E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Licença prévia ao Mineroduto Minas-Rio*. LP 255/2007. Brasília-DF, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO De GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. . Rio de Janeiro, 1992.

_____ Censo Demográfico 2010. Fonte: IBGE Cidades: 2010.

IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. International Finance Corporation's Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. Washington, DC: IFC. 2012a.

_____ International Finance Corporation's guidance notes: Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. Washington, DC: IFC. 2012b.

IIED – International Institute for Environment and Development / WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development. The Report of the Mining, Minerals and Sustainable, 2002.

JOÃO, E. How scale affects environmental impact assessment. Environmental Impact Assessment Review, v. 22 p. 289-310, 2002.

KARJALAINEN, T. P., MARTTUNEN, M., SARKKI, S., & RYTKONEN, A. M. Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: An analytic-deliberative approach. Environmental Impact Assessment Review, v. 40, p. 54-64, 2013.

KROLL, F., MULLER, F., HASSE, D., & FOHRER, N. Rural-urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. Land use Policy, v. 29, p. 521-535, 2012.

KUMAR, P., ESEN, S. E., & YASHIRO, M. Linking ecosystem services to strategic environmental assessment in development policies. Environmental Impact Assessment Review, v. 40, p. 75-81, 2013.

KUMAR, K. Conducting Mini Surveys in Developing Countries, 1990.

LANDIM, N. T., & SÁNCHEZ, L. E. The contents and scope of environmental impact statements: how do they evolve over time? Impact Assessment and Project Appraisal, v. 30, p. 217-228, 2012.

LANDSBERG, F., OZMENT, s., STICKLER, M., HENNINGER, N., TREWEEK, J., VENN, O., & MOCK, G. Ecosystem Services Review for Impact Assesement: Introduction and Guide to Scoping. Washington: World Resources Institute, 2011.

LAWRENCE, D.P. Impact significance determination – Pushing the boundaries. Environmental Impact Assessment Review, v. 27, p. 770-788, 2007.

LAYKE, C., MAPENDEMBE, A., BROWN, C., WALPOLE, M., & WINN, J. Indicators from the global and sub-global Millennium Ecosystem Assessment: An analysis and next steps. Ecological Indicators, v. 17, p. 77-87, 2012.

MAES, J. et al. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, v. 1, p. 31-39, 2012.

MAESTRE, F. T. et al. Plant Species Richness and Ecosystem Multifunctionality in Global Drylands. *Science*, v. 335, p. 214-218, 2012.

MARQUES, L. C. CERNEVIVA-BASTOS, M. CASATTI, L. Progressive recovery of a tropical deforested stream community after a flash flood. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 25, n. 2, p.111-123, 2013.

MIDGLEY, G. F. Biodiversity and Ecosystem Function. *Science*, v. 335, p. 174-175, 2012.

MMX/BRANDT. Estudo de Impacto Ambiental: Projeto Minas-Rio. Belo Horizonte, 2007.

MMX/YKS. Anexo 3: Inventário da fauna de invertebrados. In: Informações complementares ao Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Minas-Rio mineração. Belo Horizonte, 2008.

MOONEY, H. A., & EHRLICH, P. Ecosystem services: a fragmentary history . In: D. G. C., *Natures's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island press, 1997, p. 11-19.

MORGAN, RK. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 30, n. 1, p. 5-14, 2012.

MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Deficiência de estudos de impacto ambiental: Síntese de uma experiência. Brasília, 2004.

_____. Ação Civil pública com pedido de limiar. Projeto Minas-Rio. Belo Horizonte, 2009.

MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL; MPMG - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS; DPMG - Defensoria Pública do Estado de Minas Gerais. Recomendação Conjunta Nº 001, 002, 003. Belo Horizonte, 2012.

NAHLIK, A. M., KENTULA, M. E., FENNESSY, M. S., & LANDERS, D. H. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. *Ecological Economics*, v. 77, p. 27-35, 2012.

OUDENHOVEN, A. P., PETZ, K., ALKEMADE, R., HEIN, L., & de GROOT, R. Framework for systematic indicator selection to asses effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators*, v. 21, p. 110-122, 2012.

PARTIDÁRIO, M. R. Strategic Environmental Assessment: Key issues emerging from recent practice. *Environmental Impact Assessment*, v. 16, p. 31-55, 1996.

PIVELI, R.P. e KATO, M.T. Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2006. 285p. ISBN 85-905897-1-4

PIMM, S.L. The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities. The University of Chicago Press, 1991.

PM/MG - POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Boletim de ocorrência, n. 220168. Vistoria do Projeto Minas-Rio. Conceição do Mato Dentro, 2011.

POPE J, BOND A, MORRISON-SAUNDERS A, RETIEF F. Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 41, p. 1-9, 2013

PRETTY, J. L.; HARRISON, S. S. C.; SHEPHERD, D. J.; SMITH, C.; HILDREW, A. G.; HEY, R. D. River rehabilitation and fish populations: assessing the benefit of instream structures. *Journal of applied ecology*, v. 40, p. 251-265, 2003.

RAJAMSHI, A., ARORA, R., BRONWNLIE, S., & SLOOTWEG, R. Maximizing benefits for biodiversity: the potential of enhancement strategies in impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal* v. 29, p. 181-193, 2011.

ROUNSEVELL, M., DAWSON, T., & HARRISON, P. A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, v. 19, p. 2823–2842, 2010.

SAGOFF, M. The quantification and valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, v. 70, p. 497-502, 2011.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impactos Ambientais: Conceitos e métodos. São Paulo: Editora de Texto, 2006.

SEMAD - SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS et al. Reserva da Biosfera Serra do Espinhaço: Proposta de criação. UNESCO, 2005.

SISEMA – SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTAL. Parecer único Sisema Nº 001/ 2008. Anglo Ferrous Minas-Rio Mineração S.A. Belo Horizonte, 2008.

_____. Parecer único SISEMA Nº 002/2009 Anglo Ferrous Minas-Rio Mineração S.A. Belo Horizonte, 2009.

SLOOTWEG, R., Rajvanshi, a., Mathur, v. b., & Kolhoff, A. Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing Ecosystem Services for Human Well-Being. . Cambridge University Press, 2010.

SLOOTWEG, R., VANCLAY, F., & VAN SCHOOTEN, M. Function evaluation as a framework for the integration of social and environmental impact assesement. *Impacts Assessment and Project Appraisal*, v. 10, p. 19 – 28, 2001.

SLOOTWEG, R e MOLLING, P. P. The impact assessment framework. In: Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing ecosystem services for human well-being. Cambridge University Press, 2010, p.88-124.

SULLIVAN, S. M. P.; WATZIN, M. C. Towards a functional understanding of the effects of sediment aggradation on stream fish condition. *River Research and Applications*, v. 26, p.1298-1314, 2010.

SUOPAJARVI, L. Social impact assessment in mining projects in Northern Finland: Comparing practice to theory. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 42, p. 25-30, 2013.

TCU, TRIBUNAL De CONTAS DA UNIÃO. TC 009.362/2009-4. Fiscobras 2009. Auditoria no Ibama. Brasília, 2009.

TRATALOS, J., FULLER, R. A., WARREN, P. H., DAVIES, R. G., & GASTON, K. J. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and urban planning*, v. 83, p. 308-317, 2007.

TREWEEK, J. *Ecological Impact Assessment*. Blackwell Science, 1999.

USAID. 2010. Using Rapid Appraisal Methods. Disponível em: <http://www.usaid.gov/policy/evalweb/documents/TIPS-UsingRapidAppraisalMethods.pdf> Último acesso em 15 de dezembro de 2011

VANCLAY, F. Conceptualising social impacts. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 22, p. 183-211, 2002.

VIANA, M. B., & Bursztyn, M. A. Regularização ambiental de minerações em Minas Gerais. *Revista Escola de Minas*, v. 63, p. 363-369, 2010.

VOGBR RECURSOS HÍDRICOS E GEOTECNIA. Relatório técnico para outorga de água superficial: Avaliação da disponibilidade hídrica da bacia do rio do Peixe na seção fluvial do ponto de captação de água nova. Belo Horizonte, 2007.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation*, v. 19, p. 235-246, 2007.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future*, Oxford paperbacks. UN, 1987.

WBCSD - WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Guidelines for Identifying Business Risks and Opportunities Arising from Ecosystem Changes*. Geneva, 2008.

WORM, B. et al. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, v. 314, p. 787-790, 2006.

10- Apêndices

Apêndice 1- Sistematização das informações utilizadas para identificar os serviços

Serviços	Subcategoria	Indicadores do fornecimento dos serviços	Fonte
Serviços de provisão			
Alimentos	Culturas agrícolas	1- Presença de plantas cultivadas 2- Presença de agricultores	EIA e Trabalho de campo
	Criação de animais	Presença de criações de animais	EIA e Trabalho de campo
	Pesca	1- Disponibilidade de peixe para pesca 2- Pessoas que pescam	EIA e Trabalho de campo
	Aquicultura	1- Presença de criações de peixes.	Trabalho de campo
	Alimentos não cultivados	1- Disponibilidade de frutas para coletar 2- Pessoas que coletam frutas	Trabalho de campo
Material biológico	Madeira	1- Disponibilidade de madeira para construção 2- Pessoas que extraem madeira para construção	EIA e Trabalho de campo
	Fibras e resinas	1- Disponibilidade de fibras ou resinas. 2- Pessoas que extraem fibras ou resinas.	Trabalho de campo
	Pele de animal	Não se aplica	
	Areia	Não se aplica	
	Recursos ornamentais	1- Espécies de plantas ornamentais 2- Pessoas que coletam plantas ornamentais.	EIA Trabalho de campo
Combustível de biomassa		1- Pessoas que extraem lenha	Trabalho de campo
Fornecimento de água		1- Rios com potencial de geração de energia elétrica. 2- Abastecimento público (água para beber, lavar roupas, cozinhar etc.)	EIA e Trabalho de campo
Recursos genéticos		?	
		1- Presença de espécies de importância médica. 2- Pessoas que coletam plantas medicinais	EIA
Serviços de regulação			
Regulação da qualidade do ar		Taxa de supressão de vegetação e geração de poeira	EIA
Regulação do clima	Global	?	
	Regional e local	?	
Regulação da recarga hídrica e fluxos de água		Informações geológicas sobre aquíferos e escoamento superficial.	EIA
Controle de erosão		Diagnóstico sobre solos e processo erosivos.	EIA e bibliografia
Purificação de águas e tratamento de efluentes		1- Qualidade das águas do córregos e rios, associado ao seu uso	EIA e Trabalho de campo
Regulação de doenças		?	
Regulação da qualidade do solo		?	
Regulação de pragas		?	
Polinização		?	
Regulação de desastres naturais		?	
Serviços culturais			
Recreação e ecoturismo		1- Presença de turistas 2- População local que utiliza os recursos com fins recreativos.	EIA e Trabalho de campo
Valores éticos e espirituais		?	
Valores educacionais e de inspiração		1- Região de interesse científico. 2- Presença de cavernas ou áreas de interesse arqueológico.	EIA

Fonte: Baseado em Hassan et al. (2005); Layke (2009); de Groot et al. (2010); Landsberg et al. (2011). **Nota:** Quando cita-se EIA, inclui-se seus complementos. A citação “trabalho de campo”, refere-se a aplicação de técnicas de mini pesquisas e observações diretas.

Apêndice 2: Questionário

1- Você mora em Conceição do Mato Dentro?

☐ Nascido ☐ Mora há 6 anos ou menos. ☐ Mora há mais de 10 anos

☐ Mora em outra cidade, mas tem casa na região. ☐ Não

2- Você mora na Zona Rural?

☐ Sim. Qual comunidade? _____

☐ Não

3- Qual o destino do lixo na sua casa?

☐ Coletado pelo serviço de limpeza. ☐ Queimado ☐ Outro.

4- Na sua casa há coleta de esgoto?

☐ Sim (ir para 8)

☐ Não

5- Como é a destinação do esgoto?

☐ Fossa negra ☐ Fossa séptica ☐ Rio (ir para 8) ☐ Outro _____

6- Foi construída pela empresa?

☐ Sim. Como era antes? _____

☐ Não

7- Havia algum problema de poluição de águas por esgoto antes da mineração?

☐ Sim ☐ Não

8- Forma de abastecimento de água?

☐ Poço ☐ Nascente ☐ Rio ☐ Encanada ☐ Outro. Qual?

9- Você ou algum conhecido utilizam algum de tipo de fibra (corda, palha, algodão) coletado na mata?

☐ Sim O que? _____

☐ Não

10- Você ou algum conhecido utilizam plantas medicinais coletadas na mata?

☐ Sim Qual? _____

☐ Não

11- Você ou algum conhecido coletam frutas na mata?

☐ Sim Qual? _____

☐ Não

12- Você coletava ou coleta alguma planta ornamental na mata?

☐ Sim

☐ Não

13- E lenha?

☐ Sim

☐ Não

14- E madeira para construção?

☐ Sim

☐ Não

15- Quais os usos você faz da água?

☐ Pesca ☐ Lazer ☐ Dessedentação de animais

☐ Lavar roupas ☐ Outros Quais? _____

16- Você planta ou plantava?

☐ Sim.

☐ Sim plantava. (ir para 18)

☐ Não. (ir para 19)

17- Tem alguma atividade do projeto de mineração que atrapalha essa atividade?

☐ Sim. Qual? _____

☐ Não

18- Porque não planta mais?

19- Tem ou tinha criações de gado, galinha, porco etc.?

☐ Sim.

☐ Sim, tinha (ir para 21)

☐ Não (ir para 22)

20- Tem alguma atividade do projeto de mineração que atrapalha essa atividade?

☐ Sim. Qual? _____

☐ Não

21- Porque não tem mais?

22- Cria ou criava peixes?

☐ Sim, continua

☐ Sim, criava (ir para 24)

☐ Não (ir para 25)

23- Tem alguma atividade do projeto de mineração que atrapalha essa atividade?

☐ Sim. Qual? _____

☐ Não

24- Porque não tem mais?

25- Há algum lugar perto da natureza utilizado para fazer alguma reunião/festa?

☐ Sim

☐ Não

26- Você ou algum conhecido utilizam areia/cascalho do rio?

☐ Sim. Qual _____

☐ Não

27- Gostaria de falar mais alguma coisa?

Apêndice 3 - Ficha de campo para análise da vulnerabilidade dos beneficiários.

Respostas e análise de campo para análise da vulnerabilidade dos beneficiários.									
Serviços ecossistêmicos	Importância para beneficiário					Possibilidade de substituição			
	Frequência do uso (diária, semanal ou menor)		Nível de dependência (Baixo, médio ou alto)	Importância percebida (Baixa, média ou alta)	Comentário do entrevistado	Há outras alternativas? (muitas, poucas ou nenhuma)		Há disposição do beneficiário para acessar essa alternativa?	Comentário do entrevistado
	Segundo análise documental	Segundo percepção dos entrevistados				Segundo análise documental	Segundo percepção dos entrevistados		
Culturas agrícolas e Criação de animais	Diária		Alta			Poucas			
Pesca	Diária		Alta			Nenhuma			
Aquicultura	Diária		Alta			Poucas			
Combustível de biomassa e Madeira	Semanal		Média			Várias			
Fornecimento de água	Diária		Alta			Nenhuma ou Poucas			
Regulação da qualidade do ar	Não se aplica		Alta			Várias			
Regulação da recarga hídrica e fluxos de água	Não se aplica		Alta			Nenhuma ou Poucas			
Controle de erosão	Não se aplica		Média			Várias			
Purificação de águas e tratamento de efluentes	Não se aplica		Alta			Nenhuma ou Poucas			
Regulação da qualidade do solo	Não se aplica		Média			Várias			
Recreação e ecoturismo	Não se aplica		Alta			Nenhuma ou Poucas			

(Ok) confirmado (X) não confirmado (NS) não soube responder.

Apêndice 4- Síntese das informações utilizadas na identificação dos serviços ecossistêmicos potencialmente impactados pelo estabelecimento de relações de causa e efeito.

Forças motoras	Atividades do projeto	Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados	Comentário suporte
Mudança no uso e cobertura do solo	Supressão da vegetação	Alimentos Madeira Recursos ornamentais Combustível de biomassa Fornecimento de água Bioquímicos Recarga hídrica e fluxos de água Controle de erosão Purificação de efluentes Recreação e ecoturismo Valores educacionais Regulação da qualidade do ar Regulação do clima local Regulação da qualidade do solo.	Os impactos sobre os serviços: Alimentos são impactados de maneira indireta pela remoção da vegetação, porque o aumento de processos erosivos no solo, causa assoreamento nos cursos d'água que compromete a irrigação das culturas e a produção de peixes. O solo que sofre processos de erosão fica menos produtivo. A retirada de áreas florestadas que absorvem carbono e outros gases importantes, causa impactos sobre a regulação do clima e qualidade do ar. O serviço, Valores educacionais, tem alto potencial de ser impactado porque trata-se de uma região com espécies desconhecidas pela ciência. Ao remover a vegetação aumenta-se o risco de enchentes, especialmente porque diminui-se a capacidade do ambiente de aprisionar a água nos aquíferos (LANDSBERG et al, 2011; EIGENBROD et al, 2011). A vegetação é um dos elementos mais importantes para manutenção do fornecimento de serviços ligados a água (BRAUMAN et al, 2007), portanto haverá um impacto significativo sobre tais serviços, nos locais de supressão da vegetação especialmente a cava.
	Escavação e terraplanagem	Alimentos Controle de erosão Regulação da qualidade do ar.	Essa atividade também apresenta potencial de induzir processos erosivos que causam impacto de maneira indireta na produção de alimentos. Além disso, segundo de GROOT (1992) áreas de montanhas tem maior potencial de controlar processos erosivos, local onde a terraplanagem ocorrerá.
	Implantação do projeto	Culturas agrícolas, Criação de animais, Recursos ornamentais, Combustível de biomassa, Bioquímicos, Fluxos de água, Controle de erosão, Recreação e ecoturismo.	Somente a presença do projeto na região faz-se diminuir o potencial turístico e de inspiração da região, aumenta a emissão de ruídos (MMX/BRANDT, 2006). Por outro lado essa atividade, também representa a conversão da área urbana para área industrial, o que tem alto potencial de impactar serviços como, Culturas agrícolas, Regulação de fluxos de água e combustível de biomassa. Este impacto é mais significativo nesse caso, devido a conversão de área totalmente rural e florestada em área industrial, podendo também induzir a urbanização rapidamente (EIGENBROD et al, 2011). BURKHARD et al (2012) demonstrou em estudo da relação entre a demanda por serviço e capacidade dos ecossistema em fornecer, em áreas urbanas, industriais e comerciais há um saldo grande de demanda por serviços e em áreas rurais, especialmente as florestadas há um saldo em fornecimento de serviços. Portanto o novo projeto de mineração além de apresentar alta demanda por serviços, irá converter uma área florestada em industrial, o que irá diminuir a capacidade da região em fornecer serviços. Além disso, o projeto impede o acesso aos serviços que estão sendo fornecidos na área onde este será instalado.
	Extração do	Culturas agrícolas, Criação de	Os campos rupestres será o ecossistema mais impactado, porque ocorrerá a remoção

Forças motoras	Atividades do projeto	Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados	Comentário suporte
	minério	animais, Pesca, Recursos ornamentais, Recarga hídrica, Purificação da água e tratamento de efluentes, Regulação da qualidade do solo, Valores educacionais.	de um elemento importante do ecossistema, o ferro. A extração do minério influencia principalmente na capacidade de recarga hídrica do aquífero do ecossistema (MMX/BRANDT, 2007). A possibilidade de redução de água portanto, impacta todos os serviços listados, entretanto o EIA, afirma que a redução da quantidade da água não será suficiente para comprometer nenhum de seus usos. Porém,
	Recuperação da área degradada	Fornecimento de água, Controle de erosão, Recreação e ecoturismo.	A única atividade que implica em impactos positivos que podem significar em aumento do fornecimento de serviços, especialmente fornecimento de água e controle de erosão (MMX/BRANDT, 2007). Dependendo dos objetivos da recuperação das áreas degradadas haverá também uma indução do desenvolvimento da atividade turística. De qualquer forma a simples desativação de uma área industrial e recuperação das áreas degradadas aumentam a possibilidade da atividade turística ocorrer.
Poluição	Construção e operação da área industrial e instalações auxiliares	Pesca, Aquicultura, Fornecimento de água, Regulação da qualidade do solo, Purificação de água e tratamento de efluentes, Recreação e ecoturismo.	Essa atividade tem potencial de causar impactos sobre Pesca, Aquicultura e Fornecimento de água, devido a possibilidade de poluição dos recursos hídricos durante a construção do projeto (MMX/BRANDT, 2007). Por outro lado a operação, especialmente das instalações auxiliares representa um fonte constante de geração de efluentes sanitários, que pode significar aumento da demanda dos serviços Purificação de água e tratamento de efluentes, assim como geração de resíduos sólidos que podem contaminar o solo. O desenvolvimento da atividade de construção e operação de uma área industrial diminuem a potencialmente turística da região (Sánchez, 2006).
	Disposição de estéril e rejeitos	Pesca, Aquicultura, Fornecimento de água, Controle de erosão, Regulação do ar, Controle de erosão, Regulação da qualidade do solo, Recreação e ecoturismo	Essas atividades tem potencial de interferir na qualidade da água, seja por contaminação ou erosão (MMX/BRANDT, 2007). A manutenção da qualidade da água é um requisito fundamental para todos os serviços ecossistêmicos que esse recurso oferece, seja pesca, recreação e ecoturismo, fornecimento de água, aquicultura (BRAUMAN et al, 2007).
	Transporte de pessoas e equipamentos	Regulação da qualidade do ar, Recreação e ecoturismo.	Atividade relacionada com a geração de material particulado, o que faz diminuir a qualidade do ar e potencialidade turística da região. Além disso, a deposição de material particulado na superfície das folhas de árvores, diminui a atividade fotossintetizante dessas, o que poderá se refletir em uma pior qualidade do ar (MMX/BRANDT, 2007).
	Manutenção	Culturas agrícolas, Criação de animais, Pesca, Aquicultura, Fornecimento de água, Purificação de água e tratamento de efluentes, Regulação da	A emissão de efluentes tem alto potencial de contaminação dos cursos d'água próximos ao empreendimento e portanto poderão comprometer os usos d'água pelas comunidades, os serviços; Fornecimento de água, Pesca e Aquicultura, o último porque atividade é desenvolvida em pequenas barramentos ao longo do rio. Os cursos d'água com potencial de serem impactados abrigam espécies ameaçadas de

Forças motoras	Atividades do projeto	Serviços ecossistêmicos potencialmente impactados	Comentário suporte
		qualidade do solo, Recreação e ecoturismo.	extinção. Por fim as comunidades utilizam os cursos d'água para recreação e estes apresentam potencial para desenvolvimento do ecoturismo. Os efluentes podem ser desde óleos e graxas, esgoto sanitário até produtos do processo de tratamento de minérios (MMX/BRANDT, 2006; ENERGY CHOICE, 2008).
Consumo de recursos locais	Captação de água para os diversos usos do projeto	Culturas agrícolas, Criação de animais, Pesca, Aquicultura, Fornecimento de água, Purificação de água e tratamento de efluentes, Recreação e ecoturismo.	Esta atividade também tem potencial de reduzir a vazão dos cursos d'água próximos ao projeto, entretanto este é resultado do aumento da demanda pelo serviço "Fornecimento de água", e não por uma mudança física no ambiente. Entretanto como propõe o método testado pode-se perceber o efeito cumulativo do aumento da demanda em neste serviço. O projeto apresenta uma alta demanda por água e energia, essa demanda causa impactos sobre outras atividades dos beneficiários afetados que também utilizam serviços relacionados a recursos hídricos (Landsberg et al 2011; BURKHARD et al., 2012).
Mudança na economia e demografia	Contratação de mão de obra	Alimentos, Madeira, Fornecimento de água	Esta atividade representa um aumento da demanda por serviços de maneira geral, como explica BURKHARD et al. (2012). Esse aumento está relacionado especialmente com serviços de fornecimento de água e alimentos.
	Aquisição de terras	Alimentos, Fornecimento de água, Regulação dos fluxos de água.	O impacto sobre o serviço de regulação de fluxos de água se deve a possibilidade de indução de urbanização causada pela aquisição de terras do empreendedor seja realizar reassentamento ou para alocar seus funcionários

Apêndice 5- Impactos negativos descritos no EIA.

Impactos negativos sobre o meio físico	Resumo da descrição	Fase
Indução de processos erosivos	A abertura de vias, supressão da vegetação e implantação e operação das pilhas de estéril e barragem de rejeito tem potencial de induzir processos erosivos.	Instalação e operação.
Assoreamento dos cursos d'água	Consequência do impacto acima.	Instalação e operação.
Alteração da qualidade da água	Consequência do impacto acima. Especialmente alteração da turbidez. Além disso, a manutenção e operação do projeto é um fonte geradora de efluentes líquidos que podem representar contaminação.	Instalação, operação e desativação.
Alteração das propriedades do solo	Devido ao risco de contaminação do solo por efluentes provenientes da instalação, operação e manutenção do projeto, especialmente as áreas auxiliares. O desmate, terraplanagem, disposição de estéréis e rejeitos, causam desagregação física do solo, alterando parâmetros como condutividade hidráulica e compactação.	Instalação e operação.
Alteração da qualidade do ar	Devido a geração de material particulado, proveniente de aberturas de vias de acesso, pilha de estéril, barragem de rejeito etc. Além do transporte de pessoas e equipamentos que é fonte de poluentes atmosféricos.	Instalação e operação e desativação.
Alteração do nível da pressão sonora	A implantação e operação do projeto causará aumento do nível de ruídos.	Instalação e operação.
Alteração física da paisagem	A instalação do projeto causará interferência na topografia da serra.	Instalação, operação e desativação.
Alteração da dinâmica hídrica	A abertura da cava e extração do minério irá alterar a dinâmica hídrica local, uma vez que o minério constitui o aquífero.	Operação
Impactos sobre as cavidades naturais subterrâneas	Existem cavidades naturais na porção da serra que deverá seja objeto de lavra.	Operação
Recuperação da dinâmica hídrica hidráulica subterrânea e superficial	Mesmo realizando a recuperação das áreas degradadas as condições originais do aquífero não poderão ser restituídas, caracterizando o impacto negativo.	Desativação

Impactos negativos sobre o meio biótico	Resumo da descrição	Fase
Redução de ambientes para a formação e alteamento da barragem de rejeitos	Destaca-se ambientes de Mata Paludosa, na região do córregos Passa sete.	Instalação e operação
Redução de ambientes para instalação da área industrial	O ambiente afetado é misto composto por pastagens e áreas florestadas.	Instalação
Perda de habitat para a fauna pela supressão de ambientes	Considerada a principal interferência do projeto, uma vez que há pouca semelhança entre a região afetada pelo projeto e a pouco do entorno. Tal fato conduz a afugentamento e perda de indivíduos.	Instalação e operação
Redução de diversidade causada pela fuga de espécies mais sensíveis da fauna	A emissão de poeira, gases e ruídos e implantação de fontes luminosas poderá ocasionar a fuga de algumas espécies mais sensíveis, considerando que sem presença do projeto não há essas emissões no local.	Instalação e operação
Redução na abundância populacional através do atropelamento de indivíduos na	É comum que espécimes da fauna cruzem vias de acesso, e com a intensificação do tráfego, é esperado que ocorra um aumento da mortalidade.	Instalação e operação

<i>Impactos negativos sobre o meio biótico</i>	<i>Resumo da descrição</i>	<i>Fase</i>
vias de tráfego		
Aumento da atividade predatória sobre as populações de serpentes	Durante a fase de implantação do empreendimento ocorrerá aumento da dispersão de indivíduos da herpetofauna e aumento da circulação de trabalhadores, com pouco conhecimento sobre o comportamento de serpentes. Espera-se portanto que aumente a frequência que trabalhadores encontrem serpentes, podendo acarretar no aumento da mortalidade desses animais.	Instalação e operação
Mortalidade e extinção local de peixes pela alteração da qualidade da água	Impactado causado pela transformação de ambiente lótico em ambiente lêntico, devido a formação da barragem de rejeitos.	Instalação e operação
Diminuição de espécies de peixes em função do assoreamento de córregos	A supressão da vegetação ciliar, favorece o aumento do carregamento de partículas sólidas para os cursos d'água.	Instalação
Redução de ambientes por instalação da cava da serra do sapo-Ferrugem	Para implantação da cava será necessário suprimir o ambiente de campos rupestres sobre canga.	Operação
Redução de ambientes por instalação da pilha de estéril	A maioria do ambiente caracterizado por pastagens, entretanto há porções de floresta.	Operação
Fragmentação e perda de conectividade de habitats, redução do fluxo gênico: O ambiente florestal e o ambiente dos campos rupestres	O empreendimento provocará fragmentação da paisagem e perda de conectividade entre o lado oeste do alinhamento de serras e o lado leste.	Operação
Redução do metabolismo vegetal pela deposição de poeira	A poeira gerada pela movimentação de terras do empreendimento irá se depositar na folhas das plantas na vegetação vizinha, causando interferência na respiração e fotossíntese da planta.	Operação
Interferência sobre os processos biológicos	A abertura de espaços florestados permite a chegada de espécies invasoras que acarreta uma série de aspectos negativos à biota original.	Operação
Fragmentação de áreas limitando o potencial de dispersão de indivíduos da herpetofauna, resultando no isolamento de populações e depressão endogâmica	A fragmentação de áreas contribui para redução de espécies de anfíbios e répteis raras ou endêmicas e favorece a ocupação por espécies generalistas. Dentre os efeitos da fragmentação podem ser citados a diminuição do estoque genético de populações, extinções locais e aumento do efeito de borda.	Operação
Alteração das comunidades dependentes das águas das nascentes em função da alteração da dinâmica hídrica com redução de vazão e alteração da qualidade da água	Este impacto se refere somente à alteração da qualidade e vazão da água de reposição dessas nascentes. Devido a instalação do sistema de reposição de água dessas nascentes.	Operação
Alteração das comunidades dependentes das águas das nascentes em função do novo aquífero e nova condição de disponibilidade de água para as nascentes.	O impacto se refere à alteração da qualidade e vazão da água deste novo aquífero, com a desativação do empreendimento.	Desativação

Impactos negativos sociais	Resumo da descrição	Fase
Indução de fluxos migratórios	A alta demanda por mão-de-obra que a instalação do empreendimento apresenta, associada a baixa oferta local de trabalhadores, irá atrair migrantes.	Instalação
Impacto sobre a potencialidade turística	Ao modificar a paisagem e a cultural da região o empreendimento tem alto potencial de interferir de maneira negativa no potencial turístico da região.	Instalação e Operação
Expectativa dos superficiários quanto ao processo de negociação	A falta de informações dos superficiários sobre como se dará o processo de negociação parcial ou integral de terras, gera uma expectativa muito elevadas em relação ao valores a serem pago.	Instalação
Perda de empregos no setor primário	A instalação do empreendimento implica em uma mudança da vocação econômica do município. Muitas famílias poderão deixar de desenvolver atividades agropecuárias.	Instalação
Incremento do tráfego de veículos	Para instalação do empreendimento será necessário uma grande movimentação de veículos, máquinas e pessoas. Haverá também interdição de diversas vias de acessos.	Instalação
Incômodos à população em função do incremento do nível de ruídos	A região onde o projeto será instalação apresenta baixo nível de ruídos. Na fase de instalação projeto este nível irá aumentar devido a realização das obras.	Instalação
Incômodos oriundos da dispersão de material particulados em suspensão (poeira)	A poeira gerada pela movimentação de caminhões e máquinas das obras, afeta de maneira negativa principalmente o distrito de São Sebastião do Bom Sucesso.	Instalação
Incremento da circulação de pessoas em decorrência da implantação do empreendimento	A presença de trabalhadores das obras na região da AIS e principalmente nos distritos pode ocasionar conflitos e distúrbios.	Instalação
Pressão sobre equipamentos e serviços públicos	O alto número de trabalhadores que o projeto exige implica em um forte impacto sobre os equipamentos públicos de saúde, educação e infraestrutura.	Instalação e Operação
Incremento da criminalidade da região	O aumento da circulação das pessoas, associada ao aumento de renda e circulação monetária, poderá atrair criminosos para os municípios da AIS.	Instalação
Valorização imobiliária	A atração de pessoas para região aumenta a demanda por moradias fazendo com que aumente o preço de bens imóveis. Tem caráter positivo e negativo. Para a população local que deseja adquirir algum bem este impacto é negativo.	Instalação
Perda de produção agropecuária decorrente da ocupação de terras pelo empreendimento	O projeto ocorrerá no meio rural, onde são desenvolvidas atividades agropecuárias, o que acarretará em perda de produção do setor primário.	Operação
Impacto sobre a paisagem	Como a cultural local influencia a formação da paisagem, a intensa alteração da paisagem pelo projeto é considerado também um impacto social.	Operação
Alteração da cultural local	O projeto será inserido em contexto cultural caracterizado pelas atividades ligadas ao meio rural, com sistemas informações de trabalho. A inserção de projeto industrial de grande escala tem potencial de modificar este contexto.	Operação
Qualidade ambiental – geração de material particulado, ruído e vibrações	As atividades que serão desenvolvidas pelo empreendimento geram material particulado em suspensão e ruídos. Esses aspectos representam impactos potenciais negativos que atingirão principalmente os distritos e as propriedades do entorno do empreendimento.	Operação
Redução da potencialidade de geração de energia	A redução da vazão do rio do Peixe irá impactar os projetos de geração de energia elétrica situados nessas bacias, em um ponto à jusante do empreendimento.	Operação

Impactos negativos sociais	Resumo da descrição	Fase
elétrica		
Redução da disponibilidade água outorgável	O limite máximo que pode ser outorgado no Rio do Peixe é 3.480 m ³ /h. O projeto solicitou uma outorga de 2.500 m ³ /h. O que pode comprometer outros pedidos de outorgas para esse rio.	Operação
Impactos sobre o patrimônio arqueológico	Existem sítios arqueológicos registrados no IPHAN na Área diretamente afetada pelo projeto.	Operação
Perda de produção agropecuária devido à redução de vazão e/ou supressão de nascentes	Devido a supressão das nascentes e diminuição da vazão hídrica, a principal atividade (agropecuária), de diversas famílias, será atingida.	Desativação
Redução do nível de empregos da renda e da arrecadação pública	Na perspectiva socioeconômica, o fechamento do empreendimento não é um problema em si, mas relativo ao grau de dependência dos município à época de seu fechamento que é de aproximadamente 35 anos. Os seus efeitos sobre os municípios afetados, serão modelados pela participação relativa do empreendimento na vida socioeconômica dos municípios. No que se refere aos trabalhadores, será responsável pela extinção de postos de trabalho diretos e indiretos.	Desativação

Apêndice 6- Impactos positivos descritos no EIA.

Impactos positivos sobre o meio social	Resumo da descrição	Fase
Incremento no nível de empregos	Em todas as fases do projeto haverá contratação de diversos trabalhadores. Na etapa de implantação do projeto onde ocorre o pico de geração de emprego espera-se que serão alocados cerca 4.200 trabalhadores aproximadamente.	Implantação, Operação e Desativação
Incremento do nível de renda	Consequência do impacto anterior associado ao pagamento de salários superiores a maioria dos trabalhadores da região. Esse espera-se que esses trabalhadores gastem pelo menos parte de salários no comércio local, melhorando a renda de toda a área de influência do projeto. Além disso, a própria aquisição de bens e insumos pelo projeto irá incrementar a renda local e regional.	Implantação e Operação
Incremento da arrecadação pública	Devido ao pagamento de ISS pela: compra de bens e insumos; pagamento de salários; contratação de serviços; utilização dos salários no mercado local. Além do pagamento de ICMS e PIS/CONFINS. Na fase operação destaca-se o pagamento de CFEM.	Implantação e Operação
Incremento do setor de serviços	Consequência do incremento de empregos haverá um aumento pela demanda de serviços de maneira geral, especialmente, restaurantes e hotéis.	Implantação
Incremento da renda decorrente das indenizações	O dinheiro recebido pelo superficiários, também irá incrementar a renda local e regional.	Implantação
Incremento do índice de Desenvolvimento Humano	O projeto incrementará a renda regional, ensejará investimentos no setor de saúde e educação. Portanto poderá haver um aumento do nível do IDH, que relaciona saúde, educação e renda.	Operação
Incremento da balança comercial brasileira	Como o foco da produção do projeto é o mercado externo, poderá ocorrer um aumento do superávit na ordem de 2,5 bilhões por ano.	Operação
Alteração do perfil econômico	O projeto irá converter a região rural em industrial, mudando a porcentagem da participação de cada atividade no PIB da área de influência do projeto. Sem o projeto a atividade industrial representa apenas 11,5% do PIB. Com a operação do projeto espera-se que este setor represente 90% do PIB regional.	Operação
Atividade turística	Devido ao aumento da renda da região e atração de novas, poderá favorecer a atividade turística.	Operação

Impactos positivos sobre o meio biótico	Resumo da descrição	Fase
Alteração da cobertura vegetal marginal à barragem de rejeito	Depois de formada a barragem de rejeitos, está será preenchida aos poucos ao longo dos anos. No entorno da barragem será formada um ambiente úmido, beneficiando a vegetação sobre ele.	Operação
Aumento da cobertura vegetal nativa	Somente a desmonte das estruturas do projeto e a colonização espontâneas de espécies, já é considerado positivo.	Desativação
Recolonização faunística das áreas degradadas	Com a recuperação das áreas degradadas espera-se que haja atração de fauna. Entretanto espera-se que a diversidade seja muito inferior a encontrada antes do instalação do projeto.	Desativação

<i>Impactos positivos sobre o meio físico</i>	<i>Resumo da descrição</i>	<i>Fase</i>
Redução de processos erosivos	Com adoção das medidas prevista no programa de recuperação de áreas degradadas deve ocorrer a redução de processos erosivos, especialmente com o término das atividades do projeto.	Desativação.
Redução da possibilidade de assoreamento de cursos d'água	Consequência do impacto anterior.	Desativação

11- Anexos

Anexo 1: Tipos de serviços ecossistêmicos e suas definições.

Serviços	Subcategoria	Definição	Exemplos
Serviços de provisão: Bens e produtos obtidos dos ecossistemas			
Alimentos	Culturas agrícolas	Produtos agrícolas colhidos para consumo humano ou animal.	Grãos, vegetais, frutas.
	Criação de animais	Animais criados para consumo.	Frangos, Porcos, Gados.
	Pesca	Pesca em ambientes naturais.	
	Aquicultura	Peixes, mariscos, e plantas que são cultivados em água doce ou de água salgada para consumo.	Peixes, camarão, ostras.
	Alimentos selvagens	Plantas coletadas em ambientes naturais.	Frutas, vegetais, cogumelos.
Material biológico	Madeira	Madeiras de ambientais naturais ou plantações.	Madeira para uso comercial ou pequenas construções.
	Fibras e resinas	Fibras e resinas não-madeiros e não-combustíveis.	Algodão, cordas, borracha.
	Pele de animal	Pele processadas de bovinos ou outros animais.	Couro.
	Areia (não se aplica)	Areia formada a partir de corais ou conchas.	Areia de corais brancos ou coloridos.
	Recursos ornamentais	Produtos derivados dos ecossistemas usados com propósitos estéticos.	Orquídeas, Flores.
Combustível de biomassa		Material biológico que servem como fonte de energia.	Etanol de plantas, lenha, carvão vegetal.
Água		Águas subterrâneas, superficiais, pluviais para uso doméstico, agrícola, industrial etc.	Água utilizada para beber, lavar roupas, processos industriais, geração de energia, modo de transporte.
Recursos genéticos		Informações genéticas e outros materiais biológicos de animais ou plantas, utilizados em biotecnologia.	Genes utilizados para melhoramento genéticos de plantas comerciais.
Bioquímicos e medicina natural		Medicamentos, biocidas, aditivos alimentares e outros materiais biológicos derivada de ecossistemas para uso comercial ou doméstico.	Plantas medicinais, extratos de árvores utilizados para controle de pragas.
Serviços reguladores: Benefícios obtidos a partir do processo natural de controle dos ecossistemas			
Regulação da qualidade do ar		Influência dos ecossistemas sobre a qualidade do ar, emitindo e extraindo gases.	Árvores absorvem poluentes.
Regulação do clima	Global	Influência dos ecossistemas na regulação global e regional do clima, emitindo e absorvendo gases do efeito estufa.	Floresta que captura CO2. Gados que emitem metano.
	Regional e local	Influência dos ecossistemas na regulação local ou regional de temperatura, precipitação e outros fatores climáticos.	Floresta que podem impactar o nível de precipitação regional.
Regulação da recarga hídrica e fluxos de água		Influência dos ecossistemas sobre a recarga hídrica e o escoamento da água, inundações, e recarga de aquíferos. Potencial do ecossistema ou paisagem de	Permeabilidade do solo e facilidade de recarga do aquífero. Várzeas e pântanos que retém águas e podem diminuir enchentes.

Serviços	Subcategoria	Definição	Exemplos
		armazenamento de água.	
Controle de erosão		Capacidade do ecossistema de manutenção e reposição de solo.	Prevenção da erosão por vegetações.
Purificação de águas e tratamento de efluentes		Capacidade do ecossistema de filtrar e decompor efluentes orgânicos e poluentes da água.	Autodepuração de rios. Microrganismos decompositores de efluentes orgânicos.
Regulação de doenças		Influência dos ecossistemas sobre a incidência e abundância de patógenos.	Florestas reduzem a ocorrência áreas de reprodução de mosquitos, o que reduz a prevalência da malária.
Regulação da qualidade do solo		Capacidade do ecossistema de manter a diversidade e produtividade do solo, reciclando nutrientes etc.	Organismos decompositores de matéria orgânica, que aumentam o nível de nutrientes.
Regulação de pragas		Influência dos ecossistemas na prevalência de pestes e pragas em culturas agrícolas e criações de animais	Animais selvagens que predam pragas e pestes.
Polinização		Transferência de pólen das flores masculinas para as femininas.	Abelhas selvagens que polinizam culturas agrícolas.
Regulação de desastres naturais		Capacidade dos ecossistemas de reduzir danos causados por desastres naturais e controla-los.	Florestas de manguezais e recifes de coral protegem os litorais contra tempestades
Serviços culturais: Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas			
Recreação e ecoturismo		Prazeres recreativos derivados da visitação e usos de ecossistemas	Turismo, camping, lazer.
Valores éticos e espirituais		Espiritual, religioso, estético intrínseco valores que as pessoas atribuem aos ecossistemas, paisagens e espécies.	Realização espiritual obtida em terras e rios sagrados. O desejo das pessoas de proteger espécies ameaçadas e habitats raros.
Valores educacionais e de inspiração		Informações derivadas dos ecossistemas para desenvolvimento intelectual, cultural, artístico e inovação tecnológica.	A estrutura das folhas, que inspirou os avanços tecnológicos em células de energia solar. Excursões escolares ajudam no ensino de conceitos científicos e habilidades de pesquisa.
Serviços de Suporte: O processo natural que mantém os outros serviços ecossistêmicos			
Habitat		Espaços naturais ou seminaturais que mantêm as espécies, com capacidade de resistir a distúrbios.	Rios que são berçários para reprodução de peixes.
Ciclagem de nutrientes		Fluxo de nutrientes nos ecossistemas.	Transferência de nitrogênio de plantas para solo, do solo para oceanos, dos oceanos para atmosfera.
Produção primária		Formação de material biológico por plantas por meio de fotossíntese e assimilação de nutrientes.	Transformação da energia solar e nutrientes em biomassa, formando a base da cadeia alimentar.
Ciclagem da água		Fluxo de água nos ecossistemas, em seus três estados, sólido, líquido e gasoso.	Transferência de água do solo para plantas, de plantas para o ar.

Fonte: Traduzido de Landsberg *et al.* (2011).

Anexo 2: Mapas das áreas de influência do projeto (meio social, biótico e físico).
Fonte: Ferreira Rocha, (2013)