



Valoração do serviço de provisão de água da bacia do rio Cassiporé, no estado do Amapá, Brasil

Valuation of the water supply service of the Cassiporé river basin, in the state of Amapá, Brazil

Milena Leal Costa - Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília (UnB). Professora de Economia no departamento do curso de administração da Faculdade de Tecnologia Meta. E-mail: milenaleal@hotmail.com.br

Jorge Madeira Nogueira - Doutor em Desenvolvimento Agrário pela University of London. Professor Titular do Departamento de Economia da Universidade de Brasília (ECO/UnB). E-mail: jmn0702@gmail.com

Juan Vicente Guadalupe - Doutor em Gestão da Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Coordenador Técnico Regional de projetos na Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). E-mail: juvigua@gmail.com

Resumo

O presente artigo estima o valor monetário do serviço de provisão de água da bacia do Rio Cassiporé, no estado do Amapá (BRC), utilizando as técnicas de valoração econômica por meio dos Métodos de Custo de Reposição (MCR) e de Custos Evitados (MCE). Deste modo, caracterizaram-se os danos causados ao serviço ecossistêmico; identificaram-se os métodos de valoração; levantaram-se os custos de reparação; e, por último, estabeleceu-se o cálculo do Valor Econômico (VE). O estudo foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas e de campo por meio do levantamento de preço dos bens e serviços das ações necessárias para reparação e manutenção do serviço ecossistêmico ameaçado de extinção pelas atividades de garimpo artesanal. O resultado mostrou o valor estimado do serviço ecossistêmico em R\$ 66.925.432,49. A principal conclusão indicou que o valor encontrado representa os custos iniciais da reparação do serviço ecossistêmico causados pelos danos da atividade de garimpo.

Palavras-chave

Serviços ecossistêmicos. Custo de reposição. Custos evitados. Mercado de bens substitutos. Bacia do Cassiporé.

Abstract

The present article estimates the monetary value of the water supply service of the Cassiporé River basin (BRC), in the state of Amapá, using the techniques of economic valuation through the Replacement Cost Method (RCM) and the Avoided Cost Method (ECM). In this way, the damage caused to the ecosystem service was characterized; the valuation methods were identified; the repair costs's value were surveyed; and, finally, the calculation of the Economic Value (EV) was established. The study was conducted through bibliographic and field research by estimating of the price of goods and services of the actions necessary to repair and maintain the ecosystem service threatened with extinction by artisanal mining activities. The result showed the estimated value of the ecosystem service to be R\$ 66,925,432.49. The main conclusion indicated that the value found represents the initial costs of repairing the ecosystem service caused by the damage of the mining activity.

Keywords

Ecosystem services. Replacement cost. Avoided costs. Market for substitute goods. Cassiporé basin.

INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos têm sido definidos como os componentes dos processos dos ecossistemas que são consumidos, usufruídos ou que levam ao aumento do bem-estar das sociedades humanas (SCHMIDT, 2018). Eles proporcionam inúmeros benefícios à saúde das pessoas, da mesma forma que à sua subsistência. Logo, a forma equivocada como o homem se apodera dos recursos naturais está levando à extinção de grande parte dos serviços prestados (COSTANZA *et al.*, 2014).

O serviço de provisão de água da Bacia do Rio Cassiporé (BRC) está sendo ameaçado de extinção pelos impactos gerados pela atividade do garimpo artesanal, entre eles, a retirada da cobertura vegetal, assoreamento do rio e a poluição pelo mercúrio. A fim de evitar que este serviço de provisão de água seja extinto ou rareado, impactando o meio ambiente e a vida das pessoas do entorno da bacia, surgiu o seguinte questionamento: como estimar o valor econômico do serviço de provisão de água da BRC?

A economia ambiental, por intermédio das técnicas de valoração econômica, mostra-nos que é possível encontrar um valor econômico aos ativos ambientais e que na falta de preço para alguns deles, os economistas atribuem valor econômico por seus atributos denominados: valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU), que resultam no Valor Econômico Total (VET) do recurso ambiental (MARQUES; COMUNE, 1995). Para Costanza *et al.* (2014), a avaliação econômica dos serviços ecossistêmicos é uma ferramenta útil para fortalecer os esforços para conservar e gerenciar os ecossistemas naturais. Com isto, “as técnicas de valoração ambiental foram desenvolvidas no sentido de suprir a inexistência de mercados apropriados a esses ativos, de forma a fornecer subsídios técnicos para sua exploração racional” (MAGALHÃES FILHO *et al.*, 2012, p. 45).

O estudo em questão teve como objetivo estimar o valor monetário do serviço ecossistêmico de provisão de água da BRC por meio das técnicas de valoração econômica, mais pontualmente na visão de Seroa da Motta (1997). Seus métodos são trabalhados nesse artigo por serem considerados os mais simples e os mais usados em razão da sua aplicabilidade consistir no fato de que o recurso ambiental é observado a partir do quanto ele pode contribuir como insumo ou como fator de produção de um outro produto. Outro aspecto é o de que também os custos e benefícios dessa ação refletem os gastos a preço de mercados dos bens e serviços comprados ou vendidos. Partindo-se desses pressupostos, têm-se como objetivos específicos: caracterizar os danos causados ao serviço ecossistêmico; identificar os métodos de valoração; levantar os custos

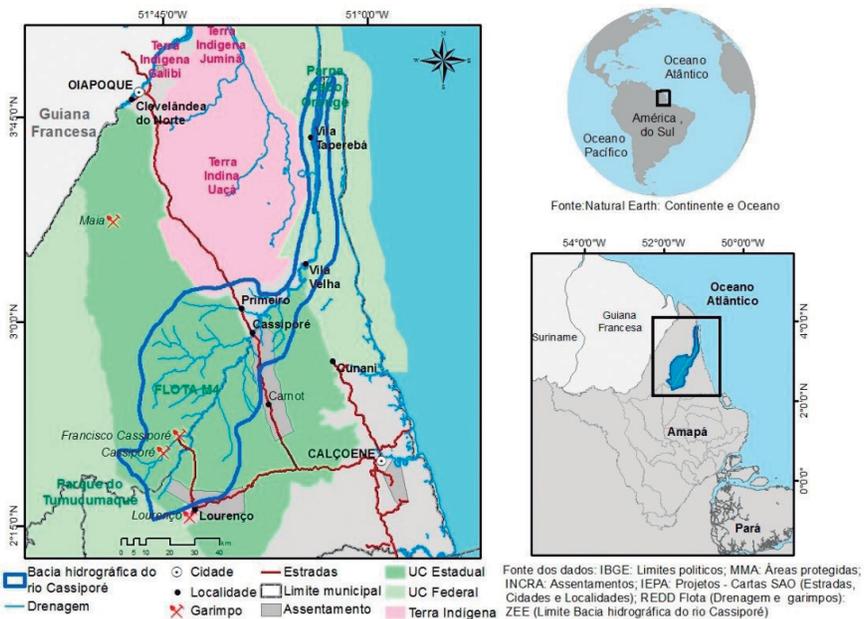
de reparação dos serviços ecossistêmicos; e, por último, estabelecer o Cálculo do Valor Econômico (VE) do serviço. A proposta do trabalho foi motivadora e desafiante, pois no Brasil estudos que envolvem a valoração econômica ainda são raros (RESENDE *et al.*, 2017).

O estudo foi construído em duas partes, a primeira, por fontes secundárias com base em autores que proporcionaram o melhor entendimento sobre o tema central e que levaram a escolha dos métodos de valoração econômica aplicados neste estudo. E por fontes primárias por meio do levantamento de todos os custos necessários para recuperar a área desmatada no entorno do rio e prevenir novas contaminações de seu leito pelo uso do mercúrio, a fim de encontrar o valor do serviço de provisão de água.

1 ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Bacia do Rio Cassiporé (BRC) está localizada na porção norte do estado do Amapá, totalizando uma área de 5.796,00 km². Ela está inserida entre duas importantes Unidades de Conservação (UCs): Floresta Estadual do Amapá (FLOTA), a segunda maior UC do Estado e o Parque Nacional do Cabo Orange (PNCO) e a Terra Indígena Uaçá (Figura 1).

Figura1 – Bacia do Rio Cassiporé, estado do Amapá, Brasil



Fonte: elaborado pelos autores.

O Cassiporé é o principal rio da bacia do Cassiporé e o quinto em extensão, com uma área de 5.460,7 km², representando 3,9% da hidrografia no Amapá (AMAPÁ, 2014). Ele divide a Bacia quase que simetricamente em duas partes, ficando 48% de sua área no município de Calçoene e 52% no município de Oiapoque (LIMA, 2013).

A atividade de garimpo artesanal está localizada no distrito de Lourenço (51°38'00" W, 02°18'11" N), a cerca de 80 km ao oeste do município de Calçoene, no estado do Amapá (LIMA, 2013), especificamente na cabeceira do rio Cassiporé, num alto topográfico conhecido como Serra Lombarda (OLIVEIRA, 2010).

O garimpo está situado na área de conservação da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA). Esta, por sua vez, diferentemente de outras categorias de Unidades de Conservação (UCs), permite a atividade de exploração mineral, pois é a única Unidade do Estado com previsão para cessão de direitos de uso sustentável de recursos naturais não renováveis (OLIVEIRA, 2010).

A exploração mineral na região de Lourenço iniciou por volta do século XIX e se mantém em produção ainda hoje, o que a distingue como uma das mais antigas frentes de mineração artesanal em operação no Brasil (CHAGAS, 2019). O evento motivou uma invasão de estrangeiros residentes nas fronteiras. O crescente número de imigrantes fez surgir algumas vilas, como Lourenço, Regina e Limão. O número de garimpeiros na região durante o ápice do ouro chegou a atingir cerca de 6.000 pessoas (DA SILVA, 2005).

Mas foi no final da década de 1960, com a implantação da extração mecanizada, que proporcionou o aumento da capacidade de desmonte que acelerou o desmatamento (retirada da cobertura vegetal) e o processo erosivo nas encostas dos morros, provocando deslizamentos de taludes e queda de blocos rochosos (DNPM, 1982). Conseqüentemente, todo esse material removido e mais o derramamento de óleo, de combustíveis fósseis, graxas, o uso de mercúrio e reagentes químicos, contribuíram fortemente para o aumento da poluição química. Segundo Da Silva (2005), eles foram os responsáveis pelo aumento dos impactos nos cursos d'água e da mudança na topografia da região.

A partir de 1995 a Cooperativa dos Garimpeiros (Coogal) assumiu as atividades na área logo após a saída da Mineradora Novo Astro, em 1994. O acesso ao garimpo é realizado pelas rodovias BR-156 e EAP-260.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS AO SERVIÇO ECOSISTÊMICO

A manutenção dos serviços ecossistêmicos existentes de provisão de água na BRC poderia representar grandes benefícios à saúde e à subsistência

da comunidade local. No entanto, esse potencial avistado promove o descaso e equívocos em seu uso, conforme apontado no Relatório Técnico Ambiental (NISHIDA; RIBEIRO, 2012). O garimpo artesanal vem causando o desmatamento (retirada da cobertura vegetal) da área do entorno e a contaminação do rio pelo uso do mercúrio na extração do ouro.

Segundo Lima *et al.* (2015), foram encontradas nas amostras de água da Bacia do Rio Cassiporé (BRC) uma concentração de cromo (Cr) e mercúrio (Hg) acima do tolerado pela legislação, proveniente do exercício da atividade garimpeira, que pode vir a repercutir em efeitos crônicos futuros para o ambiente. O autor ainda destaca que o material despejado no rio proveniente de desmonte das encostas dos morros podem aumentar as concentrações, principalmente de alumínio (Al), cádmio (Cd); cromo (Cr), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) nas margens de seu leito, provocando a possível contaminação de pessoas, de peixes e, conseqüentemente, de outras atividades que estão diretamente envolvidas no uso do rio.

Os autores também destacaram que as concentrações de Hg encontradas nos peixes, no ponto de Lourenço, estão abaixo da Concentração Máxima Permitida (CMP). Aquelas foram contrárias ao esperado, apesar do local apresentar diversas áreas de garimpo que lançam este elemento nos cursos d'água durante extração do ouro sem nenhum tratamento. Contudo, Lima (2013, p. 23) afirma que “as baixas concentrações de Hg podem ser explicadas pelo nível trófico dos peixes capturados na região de Lourenço, composto em sua maioria por espécies herbívoras”. Em outros pontos de toda a extensão do rio Cassiporé, porém, foram atestadas concentrações de metais pesados no ambiente e no tecido muscular dos peixes que indicam um elevado grau de contaminação na bacia do rio Cassiporé e risco à saúde do homem. Os maiores impactos gerados na região de garimpo estiveram sempre voltados ao desmonte dos morros, desmatamento, liberação de rejeitos com substâncias contaminantes nos cursos d'água e assoreamento dos mesmos (PINTO *et al.*, 1999).

Além da ameaça de extinção do serviço de provisão de água, a garimpagem artesanal também impacta em outras atividades, dentre elas, a pesca. Contudo, o assoreamento avistado em alguns pontos do rio está reduzindo a atividade pesqueira, levando à redução ou quase à extinção dos peixes na localidade, principalmente aqueles que são maiores, por precisarem de certa profundidade para a sua locomoção e sobrevivência. Segundo Lima (2013, p. 23) “Os rios sofrem com o forte assoreamento, desmatamento das margens e a grande quantidade de material despejado em seus leitos, principalmente os rios Reginá e Cassiporé”.

Segundo MEA (2005), a população mais pobre é a maior dependente dos serviços ambientais e a mais vulnerável à degradação deles. Mesmo que os

impactos negativos recaiam indiretamente sobre todos os indivíduos, a sociedade local do entorno é a diretamente mais prejudicada. Veiga, Silva e Hinton (2002) argumentam em seus estudos, que os benefícios econômicos obtidos pelos mineiros não compensam as deploráveis condições socioeconômicas deixadas nas comunidades formadas pelo garimpo.

A caracterização dos danos causados ao serviço ecossistêmico iniciou por uma revisão bibliográfica sobre a área de estudo e pelo banco de dados do sistema de geoinformações TerraClass (2012), Projeto de Monitoramento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), que realiza a classificação do solo por tipo de uso e cobertura.

Para a reposição inicial do serviço ameaçado de degradação ou rareado, baseou-se na afirmativa de Pinto *et al.* (1999) que nos dizem que os maiores impactos ambientais, existentes na área de garimpo artesanal estão voltados para o desmonte dos morros, desmatamento, liberação de rejeitos com substâncias contaminantes nos cursos d'água e assoreamento dos mesmos (PINTO *et al.*, 1999).

A primeira ação sugerida foi o Reflorestamento da área degradada - a técnica adotada para o reflorestamento foi a seleção de espécies (frutíferas), que, segundo Martins (2011), é a mais indicada para as áreas que sofreram grande impacto causado pela mineração. Essa alternativa vem apresentando um relativo sucesso no Brasil na recuperação de áreas degradadas (EDP, 2013; EMATER, 2010; EMBRAPA, 2003), ao mesmo tempo em que o solo da região apresenta potencial para plantações frutíferas e madeiras (AMAPÁ, 2008).

Os procedimentos indicados para o reflorestamento foram baseados nos estudos de Gonçalves e Da Costa (2013) e Martins (2011), composto das seguintes etapas: a) preparo do solo; b) combate às formigas cortadeiras; c) coveamento; d) adubação das covas; e) replantio; e f) replantio.

É importante observar que as espécies devem ser plantadas em nível, obedecendo a uma distância 3x3 metros para incentivar o crescimento de sub-bosque o que determinará o plantio de 1.111 mudas/ha.

A segunda ação, o cálculo do volume de sedimentos removidos pela atividade de exploração de garimpo – utilizamos a metodologia de Bezerra, Veríssimo e Uhl (1998), aplicada no rio Tapajós no estado do Pará. A pesquisa elucidada que cada par de máquinas, de média a alta potência, tem a capacidade de remover em média 10.500 m³/anual de sedimentos. Para o cálculo do total de volume de sedimentos removidos pela atividade, tem-se como base o período no qual se iniciaram as atividades da Cooperativa dos Garimpeiros (Coogal) na área, ou seja, um intervalo de 20 anos (1995 até 2015).

E, finalmente, a terceira ação, que envolve a implantação de tecnologia limpa - para a substituição do uso de mercúrio na extração de ouro. Para tal

empreitada, foi sugerido o separador gravitacional que é utilizado nas indústrias de mineração, com capacidade de alcançar a recuperação dos minerais de partículas mais grossas em até 96%. Este baseia-se na separação do ouro utilizando a força gravitacional que atua por diferença de gravidade, de acordo com o tamanho, peso e forma da partícula (VIEIRA, 2006).

1.2 IDENTIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA

Os métodos de valoração aplicados nesta estimativa foram os Custos de Reposição (MCR) e os Custos Evitados (MCE). Eles são baseados em mercado de bens substitutos e captam somente o valor de uso direto e indireto do recurso ambiental.

O MCR consiste em estimar o custo ao repor ou restaurar o recurso ambiental danificado, de maneira a restabelecer a qualidade ambiental inicial (ORTIZ, 2003). Também é muito indicado na recuperação de florestas e outras ações necessárias para repor um serviço ambiental (CASTRO; NOGUEIRA; CASTRO, 2015), embora isto não queira afirmar que os benefícios proporcionados pela reparação do ativo ambiental serão sempre maiores que os custos para repor o serviço. Mas se a aplicação do MCR se configurar numa restrição total para não permitir o declínio da qualidade ambiental, denominada “restrição a sustentabilidade”, então é justificável, mesmo que os custos incorridos se apresentem maiores aos benefícios advindos dessa reposição. Esse tipo de restrição fundamenta projetos voltados à restauração do meio ambiente por causa da restrição à sustentabilidade, chamados “projeto-sombra” cujo valor é o mínimo do dano provocado (SANTOS, 2015, p. 32).

O MCE estima valores relacionados à prevenção de perdas em quantidade ou qualidade dos serviços ecossistêmicos (FGVces, 2013). Ele também pode ser utilizado como análise *ex-ante* (por meio da estimação de custos para prevenir perda dos ecossistemas ou danos que poderiam ou podem ocorrer no futuro) ou *ex-post* para estimar valores que seriam gastos com a prevenção de perdas de serviços ecossistêmicos ou os impactos que já aconteceram, “[...] não necessitando análises matemáticas ou estatísticas complexas” (FGVces, 2013, p. 84).

A tarefa de valorar economicamente o recurso ambiental consiste, pois, em determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido às mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais (SEROA DA MOTA, 1997). Como a contaminação da água por fontes poluentes provoca a deterioração progressiva de seu valor, então vários motivos podem apoiar a ideia de aproximar o valor econômico dos recursos naturais, pois servem de base para apoiar as

decisões políticas de conservação e proteção (ROMERO *et al.*, 2020; AZIZ; CAPPELLEN, 2019). Isso ajudaria a pensar, de forma interdisciplinar, como o sistema natural pode reagir a determinadas intervenções patrocinadas pelo poder público (MOTA; BURSZTYN, 2013).

Ressalta-se aqui, que a grande questão da valoração econômica é obter estimativas plausíveis a partir de situações reais onde não existam “mercados aparentes” ou “mercados imperfeitos” (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000). Como o serviço de provisão de água prestado pelos ecossistemas não são representados por preço de mercado, as técnicas de valoração por meio do uso de alguns métodos definidos podem atender à expectativa. Para Resende *et al.* (2017), as técnicas de valoração econômica utilizam uma métrica que é facilmente compreendida (unidades monetárias) e pode aumentar a consciência da sociedade.

1.3 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE REPARAÇÃO DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO

A primeira etapa envolveu o levantamento de preço de mercado dos custos para o reflorestamento da área degradada e a retirada de sedimentos localizados no fundo do rio responsáveis pelo assoreamento. O custo de reposição do bem ou serviço ambiental é calculado em cima de todos os gastos realizados para a reposição ou reparação depois de ter sido degradado ou danificado (ORTIZ, 2003).

A segunda etapa envolveu o levantamento dos custos para a implantação de tecnologia limpa de maneira a evitar novas contaminações por mercúrio. Os custos evitados estimam o valor de um recurso ambiental por meio dos gastos com atividades substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças desses atributos ambientais (MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

1.4 CÁLCULO DO VALOR ECONÔMICO (VE) DO SERVIÇO

Para o estabelecimento da equação do Método de Custo de reposição (MCR), verificou-se que (D) representa a disponibilidade da água que está em função dos custos de reflorestamento (CR) e dos custos de dragagem (CD).

$$\text{Equação 1: } \mathbf{D = f (CR + CD)}$$

Para a composição do Método de Custos Evitados (MCE), o (D) representa a disponibilidade da água em função de (P), que representa o serviço de provisão

de água, mais os custos realizados com a implantação de tecnologia limpa (CITL) para não alterar o produto (P) e manter a disponibilidade da água (D).

$$\text{Equação 2: } \mathbf{D = f (P + CITL)}$$

Deste modo, a formação do Valor Econômico (VE) consistiu em somar todos os custos necessários, em reais, com o reflorestamento, dragagem e tecnologias limpas em substituição ao mercúrio. Formando assim,

$$\text{Equação 3: } \mathbf{VE = CR + CD + CITL}$$

No qual,

O Valor Econômico (VE) do Serviço Ecossistêmico estimado para a BRC é a soma dos Custos de Reflorestamento (CR), dos Custos de Dragagem (CD) e dos Custos de Implantação de Tecnologias Limpas (CITL).

As subseções aqui descritas detalharam os procedimentos para chegar a (Equação 3). De certa forma, os cálculos concernentes aos dois métodos, são relativamente simples porque envolvem custos operacionalmente tangíveis e fáceis de captar, conforme demonstrado.

2 RESULTADOS

Tomando como base os procedimentos descritos na seção anterior, as estimativas a seguir refletem os gastos iniciais necessários para o reflorestamento, a dragagem do rio e a implantação de tecnologias limpas em substituição ao uso do mercúrio.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS AO SERVIÇO ECOSISTÊMICO PELO GARIMPO

Com base nos bancos de dados do sistema de geoinformações TerraClass até o ano de 2012, foram identificados 401,2 hectares de áreas degradadas pelo uso do solo por atividade de mineração na região de Lourenço.

Para o reflorestamento da área degradada foram sugeridos o plantio de mudas nativas da região, com prioridade às plantas frutíferas (açai, cupuaçu, laranja, abacaxi e coco)¹ que atraem a fauna e serve como fonte de alimento. Após o plantio, geralmente há uma perda em torno de 20% (EMATER, 2010), havendo a necessidade de, após dois meses, retornar a área e fazer o replantio.

Quanto ao cálculo do volume de sedimentos retirados da bacia, primeiramente, identificou-se, no garimpo de Lourenço, uma média 75 (setenta e

¹ Principais espécies cultivadas nas regiões (SDR, 2015).

cinco) frentes de trabalho, cada uma atuando com um par de máquinas de média e alta potência, removendo 787.500 m³/anual, acumulando o total de 15.750.000 m³ de sedimentos depositados nos rios em um período de 20 anos e nas partes planas ao redor das caixas concentradoras.

Desse total de 15.750.000 m³ de sedimentos, estima-se que aproximadamente 2.362.500 m³, ou seja, 15% vão diretamente para o leito do rio por se tratar de partículas finas. A outra parte restante do material mais grosso fica retida nas caixas concentradoras (BEZERRA, VERÍSSIMO; UHL, 1998).

O separador gravitacional (tecnologias limpas), sugerido em substituição ao mercúrio foi o modelo STLB20 com capacidade de recuperar o ouro natural de tamanho 0,074 mm em até 98% e para partículas até 0,04 a recuperação do ouro é de 97%.

2.2 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE REPARAÇÃO DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO

Os valores abaixo foram obtidos na Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural (SDR) (Tabelas 1 e 2), Empresa Rio Amazonas Dragagem, Locação e Empreendimentos (Tabela 3) e Empresa Jiangxi Well- tech International Mining Equipment Co. Ltda (Tabela 4).

O levantamento dos custos de insumos e mão de obra foi respectivamente de R\$ 21.133,74/ha e R\$ 7.980,00/há, estimados em moeda corrente. O custo total para o reflorestamento da área desmatada (401,2 hectares) pela atividade de mineração foi de R\$ 11.680.432,49.

Tabela 1 – Custos de reflorestamento por hectare

Meio abiótico	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$/ha)
Mudas + 20%	1.333 und.	15,00	19.995,00
NPK	133.300 kg	2,50	333,25
FTEBR 12	39.990 kg	3,50	139,97
Calcário dolomítico	133, 300 kg	0,60	79,98
Inseticida	2 litros	39,50	79,00
Superfosfato triplo	133,300 kg	3,80	506,54
Total			21.133,74

Fonte: SDR (2015).

Tabela 2 – Custos de reflorestamento por hectare (meio socioeconômico)

Descrição da atividade	Mão de obra	Qtd de diárias	Preço unitário (R\$)	Total (R\$/ha)
Roçada	06	10	35,00	2.100,00
Coroamento	06	4	35,00	840,00
Aplicação de defensivo	06	4	35,00	840,00
Abertura de covas	06	4	35,00	840,00
Adubação de covas	06	4	35,00	840,00
Plantio	06	6	35,00	1.260,00
Replântio	06	6	35,00	1.260,00
Total				7.980,00

Fonte: SDR (2015)

Tabela 3 – Custos de dragagem do rio

Descrição da Atividade	Quantidade	Sedimentos	Preço Unitário (R\$/m ³)	Total (R\$)
Draga de sucção entre 8” à 12” (polegadas)	01	2.362.500 m ³	22,60	53.392.500,00

Fonte: Rio Amazonas Dragagem, Locação e Empreendimentos (out/2015).

Tabela 4 – Custo total do separador gravitacional

Modelo	Frente de trabalho	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)
Feeding Capacity (T/h) – STL20 de 0-600 kg/h. ²	75	24.700,00 ³	1.852.500,00

Fonte: Empresa Jiangxi Well-tech International Mining Equipment Co. Ltda. (2015).

2.3 CÁLCULO DO VALOR ECONÔMICO (VE) DO SERVIÇO

Mediante a **Equação 4**, compreende-se que a soma de todos os custos de reposição, custos de dragagem da bacia e os custos de implantação de tecnologia limpa, correspondem ao Valor Econômico do serviço de provisão de água estimado.

$$\text{Equação 4: } \mathbf{VE = CR + CD + CITL}$$

$$\mathbf{VE = 11.680.432,49 + 53.392.500,00 + 1.852.500,00 = R\$ 66.925.432,49}$$

² As orientações no que concerne à instalação, alimentação, ajuste de pressão d’água, eletricidade e o tempo de descarga são feitos através de fotos enviadas pela Empresa fornecedora.

³ Preço do centrifugador U\$ 6.500,00. Cotação do Dólar U\$ 3, 8 (aproximadamente) em 06. nov. 2015

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Ao finalizar os cálculos dos três componentes considerados que refletem acerca do valor econômico dos investimentos necessários para recuperação da degradação provocada pelo garimpo de ouro na BRC, chegou-se ao estágio final deste estudo que objetiva discutir, justamente, esse valor econômico.

A partir deste ponto, fez-se necessário interpretar cuidadosamente o significado para que fosse possível, posteriormente, avaliar sua importância e magnitude. O valor estimado representa o montante do investimento necessário para que a recuperação da BRC possa ser iniciada com a intenção de tornar o recurso ambiental capaz de voltar a ofertar um serviço ecossistêmico essencial: provisão de água em quantidade e qualidade adequadas. Para Seroa da Motta (1997) estes custos e benefícios refletem os gastos a preços de mercado dos bens e serviços comprados ou vendidos, contudo, o gestor procurará comparar, em cada opção, o custo de realizá-la versus o resultante benefício e decidir por aquela que acredita ter a relação custo-benefício menor. Geralmente estes são os critérios que vão nortear o gestor para a tomada de decisão.

Porém, é importante lembrar que se o serviço ecossistêmico de provisão de água da bacia representar uma “restrição a sustentabilidade”, mesmo que os custos se apresentem maiores que os benefícios, eles justificarão a sua restauração. Esse tipo de restrição fundamenta projetos voltados à restauração do meio ambiente por causa da restrição à sustentabilidade, chamados “projeto-sombra”, cujo valor é o mínimo do dano provocado (SANTOS, 2015, p. 32). E se esse serviço ecossistêmico da BRC for recuperado pelas ações supracitadas, ele poderá garantir o bem-estar das pessoas que residem no seu entorno, pois a tarefa de dar valor econômico a um recurso ambiental tem a finalidade de “determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido às mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais [...]” (SEROA DA MOTTA, 1997, p. 13).

Estas mudanças ambientais vêm paulatinamente acontecendo com o passar dos anos naquelas regiões que apresentam uma evolução histórica voltada para a atividade de garimpo, pelo acúmulo de rejeitos deixados anos após anos. Segundo Pinto *et al.* (1999) os maiores impactos gerados na região estiveram sempre voltados ao desmonte dos morros, retirada da cobertura vegetal, liberação de rejeitos com substâncias contaminantes nos cursos d’água e assoreamento dos mesmos (PINTO *et al.*, 1999). Lima (2013) alerta que o material despejado no rio proveniente de desmonte das encostas dos morros podem aumentar as concentrações, principalmente de alumínio (Al), cádmio (Cd); cromo (Cr), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) nas margens de em seu leito. Logo, provocando a

sua possível contaminação, de pessoas, de peixes e conseqüentemente de outras atividades que diretamente estão envolvidas no uso do rio.

O valor obtido abrange apenas os gastos iniciais. Ele representa, portanto, apenas uma parcela do Valor Econômico (VE) dos danos causados pela atividade de mineração na área, visto que a equação do Valor Econômico Total (VET) é constituída em valor de uso e de não uso do bem ambiental (MARQUES; COMUNE, 1995). Descrito de outra forma, representa uma parte dos custos econômicos/sociais/ambientais da atividade mineradora que é equivalente a R\$ 66.925.432,49 (sessenta e seis milhões, novecentos e vinte e cinco mil, quatrocentos e trinta e dois reais e quarenta e nove centavos).

Diante de toda a narrativa, é possível indagar por que não foi obtido o valor econômico total desses danos? Diversas são as possíveis explicações. A primeira delas diz respeito à não disponibilidade de informações empíricas. Pensou-se em estimar, por exemplo, o custo econômico dos efeitos do mercúrio sobre a saúde humana. Estamos cientes de que esses efeitos tendem a ser os mais significativos efeitos negativos do garimpo, entretanto, não conseguimos informações confiáveis sobre a ocorrência de doenças derivadas do mercúrio na região ou no estado do Amapá, apesar do estudo de Lima *et al.* (2015) confirmar uma elevada concentração de mercúrio (Hg) acima do limite legal aceito no rio e nos peixes. Ressalta-se que o peixe é o principal alimento da comunidade.

Uma segunda explicação para que se tenham um valor que subestime o verdadeiro valor econômico total está relacionada com os métodos de valoração que utilizamos. Ambos os métodos do estudo não captam todos os componentes do VET (valor de opção, quase opção e de existência), apenas parte dele, porém. Mas dentro de suas limitações, o MCR é muito indicado na recuperação de florestas e outras ações necessárias para repor um serviço ambiental (CASTRO; NOGUEIRA; CASTRO, 2015), enquanto o MCE estima valores relacionados à prevenção de perdas em quantidade ou qualidade dos serviços ecossistêmicos (FGVces, 2013).

Contudo, é preciso lembrar que o valor encontrado é uma estimativa possível, apesar de não ser o desejável representando um valor bastante significativo. Nogueira, Medeiros e Arruda (2000, p. 6) afirmam que “o problema prático com valoração econômica é obter estimativas plausíveis a partir de situações reais onde não existam ‘mercados aparentes’ ou ‘mercados imperfeitos’”. Christie (2012, p. 11, tradução nossa) afirma que os MCR e MCE têm abordagens “de ‘preço de mercado’ focando o ‘lado da oferta’ da prestação de bens e serviços ambientais”, como tais, não correspondem diretamente à noção de valor econômico total.

Ressalta-se que a preocupação no estudo foi com a plausibilidade – confiabilidade – do valor estimado, não com a busca de todos os componentes de VET, tentamos evitar chegar a um valor superestimado. Como, por exemplo, em relação ao procedimento da retirada de rejeitos da bacia, no qual evitar a superestimação se mostrou muito importante. Embora alguns estudos defendam que só o reflorestamento, na maioria das vezes, consiga restabelecer o ciclo hidrológico dependendo do grau de degradação de um ecossistema (ARONSON; DHILLION; LE FLOC’H, 1995; MARTINS, 2011). No entanto, as incertezas que ainda persistem em relação às mudanças climáticas e à diversidade de cada região, não possibilita definir com clareza quanto tempo seria necessário para que a natureza ofereça condições de expelir todos os resíduos, o que poderia levar um longo tempo para a recuperação da bacia.

E como o serviço de provisão de água está ameaçado pelos impactos negativos gerados pelo garimpo e “os grupos de baixa renda são os que mais sofrem as consequências da degradação ambiental, mesmo quando o conjunto da população é afetado” (SERRA; SERRA, 2013, p. 145), mostrou-se importante considerar os custos com o serviço de dragagem assegurado pelo argumento da “restrição à sustentabilidade”, que é a ideia de manutenção dos estoques da natureza ou a garantia de sua reposição por processos naturais ou por intervenções humanas, ou, mesmo que os custos incorridos sejam maiores que os benefícios advindos dessa reposição (SANTOS, 2015).

Ainda em relação à preocupação de não superestimar valores, são relevantes algumas análises relativas à escolha de nova alternativa tecnológica de exploração do ouro. Nos últimos anos, a mineração artesanal tem causado, em geral, mais danos ao meio ambiente do que a mineração por empresas modernas, requerendo a adoção de tecnologias adequadas e evoluídas com pessoas capacitadas (FERNANDES *et al.*, 2007; NISHIDA; RIBEIRO, 2015).

No que se refere aos danos ocasionados pelo uso do mercúrio pelos garimpeiros na extração do ouro, Linhares (2009) afirma que quando em contato com o sistema hídrico pode ser disperso para outros ambientes, se transformar quimicamente e ser absorvido e acumulado por espécies aquáticas, chegando até o homem via cadeia alimentar. Por esta razão a pesquisa indicou o uso de tecnologia limpa como alternativa em substituição ao uso do mercúrio a partir da percepção da redução na qualidade de bem-estar das pessoas e da necessidade de adequação por exigências das leis ambientais (AMAPÁ, 2008, 2014; OLIVEIRA, 2010). Contudo, ainda persiste a falta de informação sobre os métodos acessíveis para reduzir impactos e a falta de incentivos para mudar a realidade atual (LINHARES, 2009) no que diz respeito à extração do ouro.

Recentemente, alguns garimpos como os do Suriname, da Guiana e da Guiana Francesa vêm efetuando gastos preventivos com a instalação de equipamentos de separação por gravidade em substituição ao mercúrio (VIEIRA, 2006; KOKKILIC; LANGLOIS; WATERS, 2015). Esses equipamentos são considerados relativamente eficientes, dependendo do tamanho da alimentação, com capacidade relativamente baixa e de fácil de operacionalização. No entanto, esses equipamentos ainda não são considerados um substituto perfeito ao mercúrio por ainda apresentarem algumas limitações, dentre elas, quanto ao tamanho das partículas extraídas (pois não conseguem ser tão eficientes quando se trata de partículas bem mais finas). Portanto, o mercado de produção mineral vem se ampliando na busca por desenvolver a cada dia separadores por gravidade mais aperfeiçoados para partículas mais finas $< 100 \mu\text{m}$ (SVOBODA; FUJITA, 2003; KOKKILIC; LANGLOIS; WATERS, 2015; KUMAR *et al.*, 2011) sendo de fácil operacionalização, mais especializados na captação de partículas finas e com custos menores quando comparados há 10 anos.

Reitera-se neste estudo que o valor estimado representa apenas uma parcela do “verdadeiro” VET, ele é um valor muito elevado para a realidade social e econômica da região onde a atividade aurífera ocorreu. Ao tomar como perspectiva a tomada de decisão econômica, seria essencial comparar os custos econômicos da atividade de garimpo de ouro com os benefícios econômicos por ela gerados. Esses benefícios tendem a se materializar em aumento da renda, do emprego, do efeito multiplicador de renda, do incremento de outras atividades econômicas etc. A esses benefícios devemos contrapor os custos econômicos da exploração do ouro, nesta pesquisa materializado em redução da qualidade e da quantidade de água. Ou seja, o potencial avistado para a região resulta em descaso e equívocos em seu uso, conforme o Relatório Técnico Ambiental (NISHIDA; RIBEIRO, 2015).

Infelizmente, porém, não foi possível obter informações junto às diversas Instituições, direta ou indiretamente envolvidos com a atividade de exploração mineral no Amapá. Sem elas não foi possível estimar os benefícios econômicos da mineração de ouro e não foi possível, conseqüentemente, afirmar que a atividade tem sido vantajosa (B maior do que C) ou desvantajosa (C maior do que B). Sem essa comparação não é possível afirmar de maneira categórica que o garimpo de ouro é uma atividade social e economicamente recomendável sob a ótica de uma perspectiva econômica (social e ambiental).

Não obstante, para Marques e Comune (1995) é preciso avaliar a equação do Valor Econômico Total (VET) em toda sua dimensão que é constituída em valor de uso e de não uso do bem ambiental, o que significa dizer, que o valor

aqui estimado precisa ser avaliado em sua dimensão, mesmo que parcial. Para isso, comparamos o valor obtido com o orçamento de um município relevante da BRC que tem sua economia voltada para o setor primário com potencialidades para as atividades extrativa e agrícola. De acordo com informações locais (CALÇOENE, 2013), o orçamento estimado para o município de Calçoene, referente ao exercício de 2014, foi de R\$ 16.046.036,00 (dezesesseis milhões, quarenta e seis mil, trinta e seis reais).

Ao compararmos o valor do investimento inicial, encontrado para a recuperação do serviço de provisão de água da bacia, com a receita orçamentária da Prefeitura de Calçoene, verifica-se que o primeiro corresponde a quatro anos de receita orçamentária do segundo. Em outras palavras, se a decisão de recuperar a BRC fosse tomada e se os recursos necessários fossem municipais, a Prefeitura não poderia realizar nenhum outro gasto e dedicar seu orçamento integralmente à empreitada durante quatro anos.

O valor estimado para os custos da degradação do serviço ecossistêmico de provisão de água em quantidade e qualidade adequada (ou dos benefícios de iniciar a recuperação do serviço ecossistêmico de provisão de água) é elevado para as condições sociais e econômicas da Bacia do Rio Cassiporé. Contudo a valoração econômica é amplamente aceita como conceito útil e ferramenta para apoiar decisões políticas (AZIZ; CAPPELLEN, 2019). Isso o ajudaria a pensar, de forma interdisciplinar, como o sistema natural pode reagir a determinadas intervenções patrocinadas pelo poder público (MOTA; BURSZTYN, 2013). Posto isto, fica a expectativa de que os benefícios econômicos da atividade garimpeira de ouro, tenham sido, pelo menos, igualmente elevados. Caso contrário, a atividade de garimpo foi uma escolha econômica e socialmente ineficiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou o trabalho de pesquisa, constatou-se que algumas atividades econômicas podiam promover o rareamento ou até mesmo a extinção de alguns serviços ecossistêmicos que são necessários para manter o equilíbrio da natureza. Dentre elas, a atividade de garimpo artesanal, localizada no distrito de Lourenço, no estado do Amapá, que por sua forma rudimentar pode vir a comprometer a qualidade ambiental e de vida das pessoas que dependem do serviço ecossistêmico estudado.

A fim de evitar a sua extinção ou o seu rareamento, buscou-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte questionamento: como estimar o valor econômico do serviço de provisão de água da Bacia do Rio Cassiporé (BRC)?

Para isto, o artigo teve como objetivo geral estimar o valor econômico do serviço de provisão de água da BRC, no estado do Amapá, o que foi possível atingir por meio do cálculo de todos os custos das ações necessárias para a recuperação do serviço do ativo ambiental.

Deste modo, orientou-se por meio dos seguintes procedimentos: a caracterização dos danos causados ao serviço ecossistêmico por meio do levantamento de dados secundários que envolveram obras literárias internacional e nacional e a utilização de bancos de dados do sistema de geoinformações TerraClass, identificando o total de hectares degradados na região de Lourenço e apontando as ações necessárias para a recuperação do serviço de provisão de água e da manutenção de sua qualidade.

O segundo passo foi a identificação dos MCR e MCE, que fazem parte das técnicas de valoração dentro da economia ambiental, e que utilizam bens e serviços representados por preço de mercado para a recuperação e a manutenção do serviço ecossistêmico.

O terceiro passo envolveu o levantamento dos custos de reparação do serviço ecossistêmico por meio de uma pesquisa de preço dos bens e serviços que integram as ações de reflorestamento, dragagem do rio e a implantação de tecnologia limpa para separação do ouro.

E por fim, estabeleceu-se o cálculo do Valor Econômico (VE) do serviço pela definição da equação do VE, que se constituiu na soma de todos os custos necessários levantados a preço de moeda corrente, o real.

O estudo partiu do pressuposto de que a economia ambiental, por meio da valoração econômica, pode atribuir valor econômico ao recurso ambiental por meio do seu uso direto e indireto. Os resultados obtidos podem nortear os agentes públicos na hora de tomar decisões de políticas públicas da forma mais acertada possível.

Diante disso, avaliou-se que o problema de pesquisa foi respondido, pois conseguiu encontrar o valor monetário do recurso ambiental por meio de um levantamento dos custos dos bens e serviços representados por preços de mercado necessários para a recuperação do serviço de provisão de água, conforme orientação dos métodos de valoração aplicados no trabalho.

A metodologia usada iniciou-se com a seleção de dados secundários por meio do uso de literaturas da temática abordada, como livros, artigos científicos e o banco de dados do sistema de geoinformações TerraClass, de maneira a determinar a quantidade de hectares a ser recuperado na área. Em um segundo momento, foram escolhidas ações que poderiam trazer inicialmente resultados mais eficientes: o reflorestamento que incidiria no fortalecimento do

solo, principalmente nas margens do leito, a dragagem para auxiliar no processo mais rápido na retirada dos rejeitos do rio e a tecnologia limpa para evitar novas poluições de mercúrio e conservar a qualidade da água. Em seguida, utilizou-se a coleta de dados primários por meio do levantamento de preço dos bens e serviços usados nas ações de recuperação e manutenção da área de estudo. A soma de todos os gastos foi aplicada na equação do VE (condizente com a literatura) determinando o valor estimado.

Algumas limitações, contudo, foram verificadas no trabalho. Primeiramente, a impossibilidade de os métodos de valoração escolhidos captarem todo o VET (Valor Econômico Total), que incluem o valor de uso e não uso do bem ambiental a ser valorado. Eles aqui apenas captam o valor de uso, o que representou somente os custos iniciais para repor o serviço ecossistêmico estabelecido pelas ações indicadas nos custos de recuperação e nos custos evitados, conforme as finalidades conceituais de cada um deles. Embora exista, dentro das técnicas de valoração, outro método denominado Método de Valoração Contingente que captura todo o VET, ele não foi utilizado aqui por ser considerado muito dispendioso e que precisa de um tempo razoavelmente grande para a sua aplicação.

Outra limitação evidenciada foram as dificuldades em obter informações seguras das instituições sobre os dados que apontem os benefícios proporcionados pelas atividades de garimpo na região; e sobre o estado de saúde das pessoas que moram nas localidades do rio afetado para confrontar com os resultados de pesquisa que foram abordados neste estudo, o qual evidenciaram a presença de metais pesados, entre eles, o mercúrio, em toda a extensão nos pontos de coleta do rio Cassiporé e numa grande parte dos peixes que vivem naquelas águas.

Em contribuição a estudos futuros, sugerimos que as próximas pesquisas considerem o uso do Método de Valoração Contingente para atender a perspectiva de atribuir um valor a este serviço ecossistêmico ou outro da região, pelo uso de um método que capture todos os componentes do Valor Econômico Total. Assim, poderia ser possível à participação das pessoas diretamente afetadas pela extinção ou rareamento do serviço, e que o valor encontrado represente o mais próximo possível a utilidade atribuída a ele.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Eleneide Doff Sotta, coordenadora do projeto “Estudo da Potencial Contribuição dos Serviços Ambientais do Módulo 4 da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA-AP) para o desenvolvimento sustentável local e regional – REDD+FLOTA”, financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (03.09.01.029.00.00) pelo material de pesquisa cedido e logística. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão de bolsa. (Processo 382582/2011-0).

REFERÊNCIAS

- AMAPÁ. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: primeira aproximação do ZEE. 3. ed. Macapá: IEPA, 2008. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/macrodiagnostico.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015
- AMAPÁ. Instituto Estadual de Florestas do Amapá e Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá**: diagnóstico da FLOTA/AP. Macapá: IEF/SEMA, 2014. v. 1, 527-f. Disponível em: <https://ief.portal.ap.gov.br/dados.php?d=739&a=453>. Acesso em: 10 set. 2016
- ARONSON, J; DHILLION, S; LE FLOCH, E. On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to pickett and parker. **Restoration Ecology**, [s. l.], v. 3, p. 1-3, 1995. DOI: doi.org/10.1111/j.1526-100X.1995.tb00069.x
- AZIZ, T.; CAPPELLEN, P. V. Comparative valuation of potential and realized ecosystem services in Southern Ontario, Canada. **Environmental Science and Policy**, [s. l.], v. 100, p. 105-112, 2019.
- BEZERRA, O.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. **Impactos da garimpagem de ouro na Amazônia Oriental**. Belém: Imazon, 1998. (Série Amazônia, 2). Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_impactos_ocidental_6860.pdf. Acesso em: 07 maio 2015.
- CALÇOENE. **Lei Orçamentária nº 243/2013**. Estima a receita e fixa a despesa do Município de Calçoene para o exercício de 2014. Calçoene: Prefeitura Municipal de Calçoene, [2013]. Disponível em: <http://www.calcoene.ap.gov.br/>. Acesso: 09 jul. 2016.
- CASTRO, J. D. B.; NOGUEIRA, J. M.; CASTRO, M. C. G. Retirar e (re) colocar não é a mesma coisa quando se trata do custo reposição para o meio ambiente. *In*. IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE PATRIMÔNIO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PYDES, 4., 2015, Franca. **Anais** [...]. Franca: UNESP, 2015. p. 1-12.

CHAGAS, M. A. A geopolítica do garimpo do Lourenço, norte do Amapá: trajetória, contradições e insustentabilidade. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 39, p. 1-18, 2019. DOI: doi.org/10.5216/bgg.v39i0.55253

CHRISTIE, M. **Approaches to valuation ecosystem services indeveloping Countries**. Wales: Aberystwith University, 2012.

COSTANZA, R. *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 26, p. 152-158, 2014. DOI: doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

DA SILVA, E. F. G. **Análise da implementação dos planos de recuperação de áreas degradadas pela mineração em Lourenço (AP)**. 2005. 161 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. Disponível em: http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/bitstream/2011/2460/1/Dissertacao_AnaliseImplementacaoPlanos.pdf. Acesso em: 10 ago. 2015

DNPM. **Projeto estudo dos garimpos brasileiros: área Amapá**. Belém: DNPM/CPRM, 1982. 29 p. (Relatório Semestral). Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/3151/1/rel_garimpos_amapa.pdf. Acesso em: 12 jul. 2015.

EDP. **Plano Básico Ambiental de Aproveitamento Hidrelétrico Cachoeira Caldeirão (vol. II)**, Macapá: EDP, 2013. Disponível em: <http://docplayer.com.br/5031868-Pba-plano-basico-ambiental-do-aproveitamento-hidreletrico-cachoeira-caldeirao.html>. Acesso: 03 dez. 2015.

EMATER. **Relatório Técnico de diagnóstico socioambiental da Bacia do Ribeirão Pipiripau**, Brasília, DF: EMATER, 2010. Disponível em: <http://www.emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/diagnostico-prod-agua-pipiripau.pdf>. Acesso em: ago. 2015.

EMBRAPA. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: Embrapa, 2003. (Documentos 90). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-AC/7611/1/doc90.pdf>. Acesso em: 15 maio 2015.

EMPRESA JIANGXI WELL-TECH INTERNATIONAL MINING EQUIPMENT CO. LTDA. **Orçamento do equipamento**. Destinatário: Sílvia Wen. [s. l.], 06 nov. 2015. 1 mensagem eletrônica. Disponível em: silvia@shakingtable.net. Acesso em: 06 nov. 2015.

- FERNANDES, F. R. C. *et al.* (ed.). **Tendências tecnológicas Brasil: geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/526/1/tend%0c3%0aancias_tecnologicas_brasil_2015.pdf. Acesso em: 25 maio 2015.
- FGVces. **Diretrizes empresariais para a valoração econômica de serviços ecossistêmicos**. São Paulo: FGVces/EAESP-FGV, v. 2, 2013.
- GONÇALVES, R. F.; DA COSTA, A. V. C. **Plano de Controle Ambiental – PCA: Cooperativa de Mineração dos Garimpeiros do Lourenço - COOGAL**. Calçoene: Elaboração Empresa Consultoria e Serviços Ltda., abr. 2013.
- KOKKILIC, O.; LANGLOIS, R.; WATERS, K. E. A design of experiments investigation into dry separation using a Knelson Concentrator. **Minerals Engineering**, [s. l.], v. 72, p. 73-86, 2015. DOI: doi.org/10.1016/j.mineng.2014.09.025
- KUMAR, C. R. *et al.* Prediction of process input interactions of Floatex Density Separator performance for separating medium density particles. **International Journal of Mineral Processing**, [s. l.], v. 100, p. 136-141, 2011. DOI: doi.org/10.1016/j.minpro.2011.05.011.
- LIMA, D. P. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes na bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Amapá**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.
- LIMA, D. P. *et al.* Contaminação por metais pesados na água e nos peixes na bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazônica**, Boa Vista, v. 45, n. 4, p. 405-414, 2015. DOI: doi.org/10.1590/1809-4392201403995.
- LINHARES, D. P. *et al.* Mercúrio em diferentes tipos de solos marginais do baixo rio Madeira – Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 117-130, 2009.
- MAGALHÃES FILHO, L. N. L. *et al.* Valoração de danos ambientais em corpos hídricos: o Caso do assoreamento do ribeirão Taquaruçu Grande no município de Palmas-TO. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 6, n. 1, p. 73-86, 2012. DOI: doi.org/10.18316/428
- MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. **Texto para Discussão**, Campinas, n. 116, p. 1-39, 2004.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. Quanto vale o ambiente?: interpretações sobre o Valor Econômico Ambiental. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 23., 1995, Niterói. **Anais [...]**. Niterói: ENE, 1995. p. 1-10.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. 143 p.

MEA. **World Resources Institute**. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 p. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2015.

MOTA, J. A.; BURSZTYN, M. O valor da natureza como apoio à decisão pública. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 34, n. 125, p. 39-56, 2013.

NISHIDA, R.; RIBEIRO, F. M. B. **Relatório Técnico Ambiental**: sobre a avaliação de atividade garimpeira potencialmente poluidora – Distrito de Lourenço no Município de Calçoene – Ap. Calçoene: Empresa Amapá, 2012. Disponível em http://www.mpap.mp.br/images/stories/PRODEMAC/documentos/Relat%C3%B3rio%20T%C3%A9cnico_Minera%C3%A7%C3%A3o%20Amap%C3%A1_NF%20007_2011-Cal%C3%A7oene.pdf. Acesso em: 12 dez. 2015.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. E.; ARRUDA, F. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo? **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 81-115, 2000.

OLIVEIRA, M. J. (org.). **Diagnostico do setor mineral do Amapá**. Macapá: IEPA, 2010. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732815/Diagn%C3%B3stico+do+Setor+Mineral+do+Estado+do+Amap%C3%A1/baf8b84f-2fa5-4b6e-91c0-ee8bdad01e63;jsessionid=1BE76A4C72FB15E9A604AB857B3E93B9.srv155>. Acesso em: 11 dez. 2015.

ORTIZ, R. O. Valoração Econômica Ambiental. *In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. Economia do meio ambiente*. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 81-99.

PINTO, J. A. *et al.* **Garimpo do Lourenço**: um século de conflitos na extração do ouro. 1999. 114 f. Monografia (Especialização em Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 1999. Disponível em: http://bibcentral.ufpa.br/arquivos/155000/156800/19_156809.htm. Acesso em: 03 abr. 2015.

RESENDE, F. M. *et al.* Economic valuation of the ecosystem services provided by a protected area in the Brazilian Cerrado: application of the contingent valuation method **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], vol. 77, no. 4, p. 762-773, 2017. DOI: doi.org/10.1590/1519-6984.21215

RIO AMAZONAS DRAGAGEM, LOCAÇÃO E EMPREENDIMENTOS. **Orçamento do serviço**. Destinatário: Sebastião Cosme Barriga Marques. [S. l.], 16 out. 2015. 1 mensagem eletrônica. Disponível em: dragagemrioamazonas@gmail.com. Acesso em: 16 out. 2015.

ROMEIRO, C. *et al.* Economic valuation of the eco-systemic benefits derived from the environmental asset lake Laguna Santa Elena, through the multi-criteria analysis. Revista **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], vol. 80, no. 3, p. 557-564, July/Sept. 2020. doi.org/10.1590/1519-6984.216218

SANTOS, L. S. **A necessidade de critérios objetivos na avaliação econômica do dano ambiental difuso para fins de indenização**. 2015. 58 f. Monografia (Bacharelado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/10912/1/2015_LarissaSoaresSantos.pdf. Acesso em: 12 set. 2016

SCHMIDT, M. A. Conflictos por la valoración de humedales en ámbitos urbanos. **Bitácora** Bogotá, v. 28, n3.63935, p. 89-98, 2018. doi.org/10.1016/S0892-6875(03)00212-7

SDR. **Orçamento para o reflorestamento**. Destinatário: Haroldo Palheta Amaral. [S. l.], 10 nov. 2015. 1 mensagem eletrônica. Disponível em: haroldo.hpa@hotmail.com. Acesso em: 10 nov. 2015.

SEROA DA MOTTA. R. **Manual para a valoração econômica dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: CEMA/IPEA: COBIO/MMA, 1997. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

SERRA, A. S; SERRA, M. A. Pobreza e meio ambiente: o caso dos municípios paranaenses. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, DF, n. 40, p. 141-181, jan./jun. 2013.

SVOBODA, J.; FUJITA, T. Recent developments in magnetic methods of material separation. **Minerals Engineering**, [s. l.], vol. 16, p. 785-792, 2003. DOI: doi.org/10.1016/S0892-6875(03)00212-7

TERRACLASS. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**, São José dos Campos, 2012. Disponível em: <https://www.terraclass.gov.br/geoportal-aml/>. Acesso em: 12 maio 2015.

VEIGA, M. M.; SILVA, A. R. B.; HINTON, J. J. O garimpo de ouro na Amazônia: aspectos tecnológicos, ambientais e sociais. *In*: TRINDADE, R. B. E.; BARBOSA FILHO, O. **Extração de ouro**: princípios, tecnologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002. p. 277-305. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1233/1/extracao-ouro%20cap.11.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

VIEIRA, R. Mercury-free gold mining technologies: possibilities for adoption in the Guianas. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], vol. 14, p. 448-454, 2006. DOI: doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.09.007.

Texto submetido à Revista em 29.10.2019

Aceito para publicação em 25.05.2021