

Valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental no reservatório de Três Irmãos: carbono, uso público e recursos pesqueiros

Valuation of ecosystem goods and services associated with environmental recovery and conservation projects in the Três Irmãos reservoir: carbon, public use and fishing resources

DOI:10.34117/bjdv7n4-024

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 01/04/2021

Carlos Eduardo Frickmann Young

Doutor em Economia, University College London - UCL

Afiliações: Professor Titular, Instituto de Economia - UFRJ

Professor Colaborador, Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT e

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Endereço: Campus Praia Vermelha da UFRJ - Av. Pasteur, 250 - Instituto de Economia, Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-902

E-mail: carloseduardoyoung@gmail.com

Francisco Eduardo Mendes

Vínculo institucional: Pesquisador Associado, GEMA/IE/UFRJ

Endereço: Av. Pasteur 250, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Cep: 22290-902

E-mail: fedumendes@gmail.com

Marcio Alvarenga Jr.

Pós-Graduado em Gestão Ambiental pela Technische Universität Dresden (TU-Dresden).

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGE-UFRJ)

Endereço: Av. Pasteur 250, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Cep: 22290-902

E-mail: marcio.alvarenga.junior@gmail.com

Lucas de Almeida Nogueira da Costa

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pesquisador do Grupo de Economia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (GEMA/UFRJ).

Endereço: Campus Praia Vermelha da UFRJ - Av. Pasteur, 250 - Instituto de Economia - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-902

E-mail: lucas.an.costa@gmail.com

Marcos P. Mendes

Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Vínculo institucional: Pesquisador do Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS-Rio)

Endereço: Estrada Dona Castorina, 124 - Horto, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 22460-320

E-mail: marcospiresmendes@gmail.com

Luciano D. Losekann

Doutor em Economia, Instituto de Economia, UFRJ.
Afiliação: Professor Associado, Programa de Pós-graduação em Economia da
Universidade Federal Fluminense
Endereço: Faculdade de Economia, Bloco F, sala 516. Rua Prof. Marcos Waldemar de
Freitas Reis, S/N, Campus Gragoatá. São Domingos. Niterói - RJ. 24210-000
E-mail: lucianolosekann@id.uff.br

Niágara Rodrigues

Doutora em Economia, Universidade Federal Fluminense (UFF)
Afiliação: Professora Adjunta, Programa de Pós-graduação em Economia da
Universidade Federal Fluminense
Endereço: Faculdade de Economia, Bloco F, sala 516. Rua Prof. Marcos Waldemar de
Freitas Reis, S/N, Campus Gragoatá. São Domingos. Niterói - RJ. 24210-000
E-mail: niagararodrigues@id.uff.br

Jacqueline G. B. Silva

Doutoranda em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade
Federal do Rio de Janeiro
Afiliação: Assistente Administrativa no Grupo de Economia da Energia do Instituto de
Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Endereço: Rua Marquês de Valença, 56 ap 715, Tijuca, CEP 20550-030,
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: jacqueline.batista@ie.ufrj.br

Renato P. Queiroz Economia

Mestre em planejamento energético Coppe/UFRJ.
Pesquisador associado Grupo de Economia da Energia, Instituto de Economia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ
Endereço: Campus Praia Vermelha da UFRJ - Av. Pasteur, 250 - Instituto de Economia
- Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-902
E-mail: rpqueiroz2010@gmail.com

RESUMO

O objetivo da pesquisa “Metodologia de Valoração de Bens e Serviços Ecológicos Associados a Projetos de Recuperação e Conservação Ambiental em Reservatórios Hidrelétricos” foi estabelecer metodologias adaptadas ao setor hidrelétrico brasileiro, demonstrando que é possível – e necessário – estimar a importância social e econômica das ações de proteção ambiental, com estudo de caso para a UHE Três Irmãos. Para tal, metodologias de valoração ambiental foram aplicadas às ações de conservação conduzidas pelas concessionárias. O presente artigo examina esses benefícios obtidos em termos de balanço de carbono, uso público e recursos pesqueiros. As ações de reflorestamento e de conservação contribuíram para reduzir o volume de carbono na atmosfera. No cenário corrente de reflorestamento, estima-se que o valor do benefício em termos de carbono capturado supere R\$8,5 milhões por ano (reflorestamento já realizado), podendo chegar a R\$ 60,5 milhões caso o reflorestamento se aproxime do cenário de uma faixa de 250 metros de extensão das margens do reservatório. O VPL desses benefícios foi estimado em R\$ 66,5 milhões e em R\$ 473,2 milhões até 2027, respectivamente. Estendendo o horizonte de tempo até 2037, o VPL dos benefícios

superaria R\$ 103,7 milhões e R\$ 736,1 milhões nos cenários supracitados. Outro benefício das ações de conservação ambiental foi a garantia de um grande fluxo de turismo (mais de 500 mil visitantes em 2017), cujos gastos induziram um aumento de mais de R\$ 90 milhões na economia local, com impacto fiscal de mais de R\$ 4 milhões nas receitas das prefeituras.

Palavras-chave: Valoração Ambiental, Hidrelétrica, Carbono, Pesca, Uso Público

ABSTRACT

The objective of the research “Methodology for Valuation of Ecosystem Services and Goods Associated with Environmental Recovery and Conservation Projects in Hydropower Reservoirs” was to establish methodologies adapted to the Brazilian hydropower sector, demonstrating that it is possible - and necessary - to estimate the social and economic importance of environmental protection actions, with a case study for the Três Irmãos hydroelectric plant. For this purpose, environmental valuation methodologies were applied to the conservation actions conducted by the concessionaires. This paper examines these benefits in terms of carbon balance, public use and fisheries resources. Reforestation and conservation actions have contributed to reduce the volume of carbon in the atmosphere. In the current scenario of reforestation, it is estimated that the value of the benefit in terms of captured carbon exceeds R\$ 8.5 million per year (reforestation already carried out), reaching R\$ 60.5 million if reforestation approaches the a 250-meter stretch of the banks of the reservoir. The net present value (NPV) of these benefits accumulated up to 2027 was estimated between R\$ 66.5 million (current reforestation pattern) and R\$ 473.2 million (250-meter stretch of the banks). Extending the time horizon until 2037, the NPV of benefits would exceed R\$ 103.7 million and R\$ 736.1 million in the aforementioned scenarios. Another benefit of environmental conservation actions was the guarantee of a large flow of tourism (more than 500 thousand visitors in 2017), whose expenses led to an increase of more than R\$ 90 million in the local economy, with a fiscal impact of more than R\$ 4 million in prefectures' revenues.

Keywords: Environmental Valuation, Hydroelectric, Carbon, Fishing, Public Use

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é baseado em resultados da Pesquisa “Metodologia de Valoração de Bens e Serviços Ecológicos Associados a Projetos de Recuperação e Conservação Ambiental em Reservatórios Hidrelétricos”, componente do Programa de P&D da empresa Tijoá Participações e Investimentos S.A., concessionária de serviço público de energia elétrica. O objetivo foi estabelecer metodologias adaptadas ao setor hidrelétrico brasileiro, demonstrando que é possível – e necessário – estimar a importância social e econômica das ações de proteção ambiental.

Para tal, desenvolveu-se uma metodologia de valoração de bens e serviços ecológicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em

reservatórios hidrelétricos. Usualmente os exercícios de valoração de bens e serviços ecossistêmicos em reservatórios hidrelétricos tratam dos danos ambientais e seus efeitos negativos antes da implantação dos empreendimentos. Este estudo inova ao tratar dos benefícios (positivos) gerados pelas ações de conservação conduzidas pelas concessionárias, área pouco explorada na literatura. Essas alterações podem trazer benefícios em termos de captura de carbono e erosão evitada, que por sua vez resultam em maior vida útil do reservatório, ao reduzir o assoreamento e, logo, maior capacidade de geração hidrelétrica. Também são estimados os benefícios dos programas em termos de uso público e pesca, elementos que são usualmente tratados apenas como obrigações decorrentes do processo de licenciamento, mas não como elementos dinamizadores da economia local.

De forma a ilustrar a sua aplicação, a metodologia foi aplicada para estimar os benefícios de ações de conservação no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Três Irmãos, localizada no Rio Tietê (SP).

Figura 1. Localização da UHE de Três Irmãos



Fonte: CESP (2013)

2 IMPACTO DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E REGENERAÇÃO FLORESTAL SOBRE CAPTURA DE CARBONO

2.1 METODOLOGIA

As ações de conservação e regeneração florestal, ao modificarem o uso do solo, resultam em diversos benefícios para a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, como a retenção de estoques de Gases de Efeito Estufa (GEE) através da captura de carbono por fotossíntese pela revegetação. Além dos benefícios ambientais, há também ganhos para o sistema elétrico, não analisados neste artigo, pois reduz-se o assoreamento, evitando a perda de capacidade de acumulação do reservatório e da quantidade produzida por centrais hidrelétricas. Um segundo ganho, sistêmico, é resultado da maior capacidade de regularização dos reservatórios, evitando a construção de novas centrais de geração.

Para estimar o benefício dos projetos de conservação, projetam-se as áreas onde havia expectativa de desmatamento, mas cuja vegetação nativa acabou preservada como decorrência das ações ambientais implementadas que evitaram a sua conversão. Como esse processo é usualmente associado à queima da floresta, multiplica-se a área onde o desmatamento foi evitado pela variação na densidade de carbono entre a área de floresta original e a área desmatada (equação [1]).

$$\text{Carb. Evit} = \text{Área} * \beta \quad [1]$$

Onde:

Carb. Evit é estoque total de emissões evitadas em toneladas de CO_{2e}.

Área é área total de floresta conservada

β é o coeficiente de densidade de carbono

De forma similar, a taxa de captura é aplicada à área a ser reflorestada, considerando uma única densidade de mudas por unidade de área. O montante do benefício de captura de carbono obtido pelo reflorestamento é calculado a partir da equação [2]:

$$\text{Carb. Cap} = \text{Área} * \mu \quad [2]$$

Onde:

Carb. Cap é o total de toneladas de CO_{2e} capturadas por ano

Área é a área total de reflorestamento em hectares

μ é a taxa de captura de CO_{2e}

Ou seja, o benefício do reflorestamento em termos de carbono é obtido através do produto entre a área total reflorestada e a taxa média de captura.

Para essas estimativas, foi considerado apenas o carbono acima do solo. Parâmetros de carbono abaixo do solo não são utilizados, uma vez que não há meta definida pelos órgãos públicos para tal concentração – assim como os principais sistemas de inventariação de emissões de GEE (como o Sistema de Estimativas de Gases de Efeito Estufa – SEEG) não consideram fixação de carbono abaixo do solo em seus cálculos. Dessa forma, é possível que ocorra uma subestimação das emissões decorrentes da supressão dessas áreas de floresta devido a sua não contabilização.

2.2 ESTUDO DE CASO TRÊS IRMÃOS

O reservatório de Três Irmãos insere-se na Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê. Esta bacia está localizada em uma área ecotonal que originalmente incorporava fragmentos de Cerrado e de Mata Atlântica. Esta região como um todo foi profundamente impactada pela ação humana, com poucas áreas ocupadas por remanescentes florestais, incluindo áreas de vegetação secundária e reflorestamentos.

Como a área de drenagem da sub-bacia do reservatório está majoritariamente localizada dentro do bioma Mata Atlântica, a taxa de captura de carbono (μ) utilizada no cálculo dos benefícios das ações de reflorestamento no entorno do reservatório foi de 21,71 tCO_{2e}/ha/ano, referente ao bioma em questão, baseado em Palermo (2011) e Young et al. (2016). Uma vez que é considerada uma taxa linear de captura de carbono por hectare por ano, os resultados variam proporcionalmente às mudanças da área reflorestada em cada cenário.

Para estimar os resultados das ações de conservação florestal sobre a captura de carbono (e para estimar o assoreamento evitado), um conjunto de cenários de usos do solo foi elaborado para as simulações:

- i. Original: Sem alteração no padrão de utilização atual do solo;
- ii. Margem 100 m: Recomposição florestal de pelo menos 100 metros das margens do reservatório;
- iii. Margem 150 m: Recomposição florestal de pelo menos 150 metros das margens do reservatório;
- iv. Margem 250 m: Recomposição florestal de pelo menos 250 metros das margens do reservatório;

v. Pastagem: Todas as áreas de remanescentes florestais da bacia de contribuição direta do reservatório são convertidas em pasto;

vi. Reflorestamento Radical: Toda a área da bacia de contribuição direta do reservatório é convertida em floresta.

O cenário Original corresponde ao caso-base, que corresponde ao padrão atual de cobertura de solo. Considerando que o padrão de ocupação da terra na região é de eliminação quase total de remanescentes florestais, pode-se considerar que os remanescentes florestais atuais nas margens do reservatório são basicamente consequências das ações já efetuadas de reflorestamento.

O cenário Margem 100 m é o que mais se aproxima do cumprimento das condicionantes ambientais em vigor. Os cenários Margem 150 m e Margem 250m representam ações mais incisivas para a recuperação das margens do reservatório e servem para ilustrar o impacto de condicionantes mais restritivas que no momento não se enquadram na legislação vigente. Os cenários Pastagem e Reflorestamento Radical são completamente hipotéticos e servem para apresentar os extremos da modelagem (ou ausência completa de florestas nativas, ou a recuperação florestal plena em toda a área).

Em primeiro lugar, estimou-se o volume de carbono florestal capturado em função do reflorestamento corrente nas bordas e de cada um dos cenários supracitados. Posteriormente, para o cálculo do valor monetário dos benefícios associados, assumiu-se uma estimativa do custo social da tonelada de carbono emitida na atmosfera. Para tanto, utilizou-se a projeção da Agência Internacional de Energia (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017) para o período contemplado em seu cenário de referência (*New Policies Scenario*) no valor de US\$ 37,00 por tonelada de CO₂. Deve-se ressaltar que esse valor corresponde à estimativa do custo social causado pelo aumento da concentração de GEE na atmosfera, e não aos preços atualmente praticados nos mercados de carbono, que são subestimados pela resistência dos governos em adotar medidas concretas para mitigar as mudanças climáticas.

Tabela 1. Benefícios anuais de captura de carbono do reflorestamento e desmatamento evitado no entorno do Reservatório da UHE Três Irmãos

Cenário	Área Reflorestada* (ha)	Carbono Capturado* (tCO _{2e} /ano)	Valor do Benefício (R\$)
Original	2.870	62.306	R\$ 8.529.691
100m	5.077	110.194	R\$ 15.085.559
150m	10.321	224.036	R\$ 30.670.528
250m	20.373	442.230	R\$ 60.541.287
Reflorestamento total	764.075	16.585.521	R\$ 2.270.557.825
Desmatamento total	10.000	5.132.063	R\$ 702.579.425

Fonte: Metodologia de valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em reservatórios hidrelétricos. Relatório Final

No cenário Original, mais próximo às ações de reflorestamento já executadas, estima-se que o valor do benefício em termos de carbono capturado supere 62 mil toneladas de CO₂ de captura anual, ou R\$ 8,5 milhões por ano. A implementação plena das condicionantes ambientais (aproximada pelo cenário 100m) aumenta esses valores para captura de 110 mil toneladas de CO₂ de captura anual, ou R\$ 15 milhões anuais, podendo chegar a 224 mil toneladas de CO₂ de captura anual, ou R\$ 60,5 milhões anuais, caso o reflorestamento seja estendido para uma faixa de 250 metros de extensão das margens do reservatório.

Os resultados também foram calculados de forma agregada para o período 2018-2027 e 2018-2037, e trazidos para seu valor presente líquido (VPL) a uma taxa de desconto de 6% ao ano (Tabela 2). O VPL dos benefícios da captura de carbono pelas ações de reflorestamento já promovidas supera R\$ 66,5 milhões de reais no período 2018-2027, chegando a R\$ 103,7 milhões, quando acumulado no período 2018-2037. Já o VPL dos cenários de aumento da extensão do reflorestamento para até 150 metros e 250 metros da borda variam de R\$ 117,7 milhões a R\$ 472,2 milhões até 2027, e de R\$ 183,4 milhões a R\$ 736,1 milhões até 2037. No cenário limite de reflorestamento total, o valor dos benefícios excede os R\$ 17,7 bilhões de reais, até 2027, e os R\$ 27,6 bilhões, até 2037.

Tabela 2. Valor dos benefícios do reflorestamento e desmatamento evitado no entorno do Reservatório da UHE Três Irmãos

Cenário	Valor do Benefício - VPL 2027 (R\$)	Valor do Benefício - VPL 2037 (R\$)
Original	R\$ 66.546.027	R\$ 103.704.982
100m	R\$ 117.692.772	R\$ 183.411.801
150m	R\$ 239.281.606	R\$ 372.895.204
250m	R\$ 472.324.406	R\$ 736.067.887
Reflorestamento total	R\$ 17.714.193.797	R\$ 27.605.707.091

Fonte: Metodologia de valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em reservatórios hidrelétricos. Relatório Final

Os resultados mostram que os impactos de ações de reflorestamento no entorno do reservatório levam a benefícios significativos em termos de controle de GEE. O cenário de reflorestamento mais próximo ao das ações correntes de recuperação e corrente, o volume de carbono capturado da atmosfera é considerável, e ações incrementais de reflorestamento acarretariam benefícios ainda maiores para a redução de concentração de GEE na atmosfera.

3 USO PÚBLICO

3.1 METODOLOGIA

O uso público é comumente utilizado para tratar da prática de visitação de Unidades de Conservação (MMA, 2005; VALLEJO, 2013). O termo uso público apresenta uma maior abrangência se comparado com o turismo, na medida em que considera a visitação de lugares de interesses recreacionais não apenas por turistas, mas também pela população local, que muitas vezes é quem mais frequenta essas áreas de interesse de visitação

A motivação da visitação varia de acordo com a oferta de atrativos do local. Quanto maior for esta oferta, maior tende a ser o fluxo de visitantes e, por conseguinte, maior tende a ser a importância econômica do uso público para a região (TVA, 2018). No caso de áreas de beleza cênica ou desenvolvimento de atividades de recreação ou esporte de aventura, a qualidade ambiental do atrativo é fundamental para o fluxo de visitantes.

A importância econômica do uso público vai além da geração de renda e do aumento do valor da produção na economia local. Há também um componente de bem-estar que não se expressa necessariamente por meio de transações econômicas, como, por exemplo, o aproveitamento de praias públicas, cachoeiras, rios e parques, pela população local, além de sentimentos como orgulho e pertencimento à sua cidade. Neste caso, o

benefício se dá pelo ganho de bem-estar desses indivíduos, na medida em que estes revelam suas preferências ao disporem de tempo para a visitação desses locais.

A estimativa sobre como os gastos dos visitantes na compra de bens e serviços impactam o valor da produção dos municípios na região segue a metodologia do *Money Generation Model* (MGM), desenvolvido por Stynes et al (2000), onde o impacto total do uso público sobre o valor da produção local é dado pelo produto entre três variáveis (equação [3]).

$$\Delta VP = \text{número de visitantes} \times \text{gasto médio por visitante} \times \text{multiplicador} \quad [3]$$

Onde:

ΔVP mede o impacto econômico sobre o valor da produção.

3.2 ESTUDO DE CASO TRÊS IRMÃOS

A formação do lago da barragem de Três Irmãos propiciou a oportunidade para o desenvolvimento de atividades de recreação e lazer no local associadas ao aproveitamento do lago artificial. As medidas de conservação e controle da ocupação das margens do reservatório empreendidas pela Tijoá contribuem para uma boa qualidade ambiental das águas e para tornar o ambiente mais aprazível à visitação.

A demanda atual por uso público depende crucialmente da manutenção da qualidade ambiental das águas e margens do lago e, portanto, beneficiárias das ações correntes de conservação ambiental. Em vista da indisponibilidade de dados oficiais sobre visitação do lago, foi proposta uma estimativa do fluxo de visitantes a partir das informações de leitos disponíveis nos municípios de Pereira Barreto, Sud Mennucci e Araçatuba e dos dados fiscais de arrecadação de ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (em função da correlação positiva entre atividades turísticas e arrecadação de impostos incidentes sobre serviços).

Todavia, não é adequado assumir que todo o fluxo de visitantes se dê por motivo de turismo/lazer. Parte dessa visitação pode estar associada à negócios, a visita de parentes, dentre outros. Neste ponto, cabe destacar a visitação turística do reservatório do número estimado de visitantes totais. Para tal, aplicou-se o percentual de 67,1%, referente ao peso do turismo como motivação para viagens domésticas (MTUR, 2009). Desse modo, estimou-se em mais de meio milhão o número de turistas/ano cuja visita foi

induzida pelo uso público na região do Reservatório de Três Irmãos, sendo responsáveis pelo acréscimo anual de R\$ 91 Milhões no valor da produção.

Tabela 3. Estimativa do fluxo de turistas e do valor da produção induzido pelo uso público na região do reservatório de Três Irmãos – R\$ de 2017.

Municípios	Fluxo de Turistas/Ano	Valor da Produção
Araçatuba	258.821	R\$ 42.608.495
Birigui	103.794	R\$ 17.087.065
Sud Mennucci	17.911	R\$ 2.948.541
Andradina	44.419	R\$ 7.312.405
Pereira Barreto	112.257	R\$ 18.480.293
Santo Antônio do Aracanguá	4.962	R\$ 816.907
Buritama	12.008	R\$ 1.976.897
Brejo Alegre	409	R\$ 67.268
Total	554.580	R\$ 91.297.870

Fonte: Metodologia de valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em reservatórios hidrelétricos. Relatório Final.

Por sua vez, o impacto fiscal desta demanda por uso público na região totalizou R\$ 4,1 milhões de reais. Estes recursos são representativos para região, na medida em que o ISSQN arrecadado a partir do uso público do lago equivale a 5,1% do ISSQN total arrecadado no ano de 2015, pelos oito municípios que margeiam o reservatório, ou a 1,85% das receitas tributárias próprias desses entes.

Tabela 4. ISSQN arrecadado em 2015 e estimativa de ISSQN arrecadado por uso público na região do reservatório de Três Irmãos – em R\$ de 2017.

Município	ISSQN 2015 (R\$ 2017)	ISSQN arrecadado com uso público
Araçatuba	R\$ 51.880.534	R\$ 1.917.382
Birigui	R\$ 15.079.599	R\$ 768.918
Sud Mennucci	R\$ 1.489.135	R\$ 132.684
Andradina	R\$ 6.453.310	R\$ 329.058
Pereira Barreto	R\$ 3.144.263	R\$ 831.613
Santo Antônio do Aracanguá	R\$ 720.933	R\$ 36.761
Buritama	R\$ 1.744.642	R\$ 88.960
Brejo Alegre	R\$ 59.365	R\$ 3.027
Total	R\$ 80.571.782	R\$ 4.108.404

Fonte: Metodologia de valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em reservatórios hidrelétricos. Relatório Final

Deve-se destacar a distribuição assimétrica dos impactos econômicos do uso público na região, onde três municípios respondem por cerca de 85,6% do valor da

produção e da arrecadação de ISSQN induzido pelo uso público do lago. Mas é claro que os municípios da região têm interesse em ampliar o turismo e atividades associadas. Além do ISSQN arrecadado com o uso público do reservatório, os municípios do entorno ainda vêm pleiteando o status de Município de Interesse Turístico (MIT) e de estância turística, junto ao Departamento de Apoio ao Desenvolvimento de Municípios Turísticos (DADETUR), órgão vinculado à secretaria estadual de turismo de São Paulo. A obtenção desse status dá ao município o direito à cota-parte nos repasses do Fundo de Melhoria dos Municípios Turísticos (FUMTUR), nos termos da Lei nº16.283, de 15 de junho de 2016. (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE SÃO PAULO, 2016). As verbas do FUMTUR são repassadas às 70 estâncias turísticas e 140 MIT do estado de São Paulo, e tem aplicação vinculada à realização de obras de melhoria da infraestrutura de atendimento ao turismo local.

Dos municípios da região, apenas Pereira Barreto carrega o status de estância turística, o que deverá lhe render o repasse de R\$ 2,75 milhões ao município no exercício de 2018. (SECRETARIA ESTADUAL DE TURISMO DE SÃO PAULO, s/d). Já na lista dos MIT, encontram-se os municípios de Sud Mennucci e Buritama. Outros três municípios vêm pleiteando essa condição: Santo Antônio do Aracanguá (pedido reprovado em 23 de outubro de 2017 e em 28 de março de 2018), Araçatuba (pedido em análise) e Brejo Alegre (aguardando análise da documentação). Ainda de acordo com a Secretaria Estadual de Turismo de São Paulo (s/d), as previsões de repasse para os 140 Municípios de Interesse Turístico (MIT) superam os R\$ 83,2 milhões de reais, o que resulta em um repasse médio por município de R\$ 594,7 mil.

O pleito dos municípios da região de alcançarem o status de Municípios de Interesse Turístico (MIT) e de estância turística revelou a importância dos valores repassados pelo Departamento de Apoio ao Desenvolvimento de Municípios Turísticos (DADETUR) para o orçamento desses entes. Ademais, como o repasse dessas verbas está condicionada ao reconhecimento do potencial turístico do município em questão, tem-se que o impacto orçamentário da presença do reservatório sobre as finanças públicas municipais tende a ser maior do que a estimativa apresentada para a arrecadação do ISSQN.

4 PESCA PROFISSIONAL ARTESANAL E SUBPROGRAMA DE PRODUÇÃO DE ALEVINOS E ESTOCAGEM EM RESERVATÓRIOS

4.1 METODOLOGIA

As ações de conservação ambiental realizadas pelas concessionárias de usinas hidrelétricas contribuem positiva e indiretamente para a manutenção da população de peixes nos reservatórios os quais, por sua vez, têm diversos valores para as pessoas. Além de valores de existência ligados a princípios éticos e morais e valores de uso ligados ao lazer (pesca esportiva), a ictiofauna local – desde que explorada dentro de limites sustentáveis – pode ser importante fonte de alimentos, gerando adicionalmente renda para os que a pescam e comercializam.

O valor dos recursos pesqueiros (peixes usados com a finalidade de alimentação) pode ser encarado como uma parcela da disposição a pagar das pessoas para consumir esses produtos como parte da sua alimentação. Essa disposição a pagar é expressa por meio dos preços efetivamente pagos para a aquisição dos peixes capturados pelos pescadores. Uma expressão mais fidedigna do valor do serviço de prover peixes pode ser alcançada limitando-se o máximo possível as diversas etapas da comercialização do peixe até o consumidor final – o que nos interessa é o primeiro preço pago ao pescador – que é o primeiro usuário do recurso preservado.

O valor dos recursos pesqueiros (peixes usados com a finalidade de alimentação) pode ser encarado como uma parcela da disposição a pagar das pessoas para consumir esses produtos como parte da sua alimentação. Essa disposição a pagar é expressa por meio dos preços que são pagos para a aquisição dos peixes capturados pelos pescadores. Uma expressão mais fidedigna do valor do serviço de prover peixes pode ser alcançada limitando-se o máximo possível as diversas etapas da comercialização do peixe até o consumidor final – o que nos interessa é o primeiro preço pago ao pescador – que é o primeiro usuário do recurso preservado. A equação [4] apresenta o valor da produção pesqueira (VPP) como resultado dessa multiplicação.

$$VPP = Q_n * P_n \quad [4]$$

Onde:

Q_n são as quantidades das n espécies capturadas

P_n são os preços das n espécies capturadas

Fatores de correção podem ser necessários, dependendo da qualidade dos dados disponíveis, de modo a corrigir efeitos como deficiências amostrais e da falta de conhecimento sobre os limites máximos de capturas para garantir a reposição dos estoques e a consequente sustentabilidade da pesca. Da mesma forma, pode ser necessário adotar uma escala de preços relativos para precificar espécies para as quais não existam dados disponíveis de preços no mercado local.

O conhecimento sobre a dinâmica das populações de peixes das bacias brasileiras ainda é bastante limitado. Um complicador importante decorre da introdução de espécies alóctones com a intenção de aumentar a produção pesqueira. Essas espécies, que em geral ocupam os degraus superiores da cadeia trófica, causam alterações irreparáveis na disponibilidade de peixes nativos para a pesca, seja por competição seja por predação excessiva de forrageiras e espécies menores. Dado que várias dessas introduções antecedem os estudos de inventário e de biologia da pesca nas principais bacias e aproveitamentos, esses impactos restarão praticamente imensuráveis também. (Smith et al., 2005; Rocha et al., 2008; Maruyama, 2007)

Agostinho et al. (2007) destacam que a introdução dessas espécies alóctones impacta os serviços que a biodiversidade presta à pesca ao fornecer aos pescadores alternativas de exploração quando um estoque, por razões naturais ou antropogênicas, entra em depleção. Prever e mensurar o conjunto desses impactos, assim, continua a ser um grande desafio, principalmente quando se considera um empreendimento específico, dada a complexidade e a sinergia dos fenômenos.

O repovoamento dos lagos por espécies da fauna local é uma medida de estocagem que objetiva reintroduzir no ambiente espécies que tiveram suas populações reduzidas após a alteração do ambiente, por meio do lançamento de indivíduos jovens dessas espécies criados em cativeiro. Medidas dessa natureza, associadas ou não a restrições à atividade pesqueira que são muitas vezes preconizadas nos licenciamentos ambientais, em várias ocasiões mostram-se infrutíferas em função da sua inerente complexidade. Como destacam Agostinho et al. (2007), a falta de clareza nos objetivos dos repovoamentos e o desconhecimento das informações sobre o ambiente e as espécies alvo estão entre as causas desses insucessos. Não é objetivo deste estudo questionar as diversas variáveis que podem influenciar o sucesso dos programas de repovoamento; aqui, nos limitaremos a descrever a presença de exemplares de espécies alvo dos programas de repovoamento e que não deveriam, pelo menos em teoria, estar se reproduzindo em condições naturais no reservatório.

Um outro desafio para a compreensão da relevância econômica da atividade de pesca profissional artesanal em reservatórios está relacionado com fragilidades do próprio mercado de pescado. A pesca artesanal é tradicionalmente uma atividade extrativa com baixo valor agregado e operada por agentes de baixa renda. A falta de uma estrutura de comercialização eficaz acarreta perdas com produtos não comercializados em função da alta perecibilidade inerente do produto (usualmente preferido para consumo in natura, fresco) e a uma baixa eficiência da atividade. Outros fatores, como a expansão e a sofisticação das cadeias de fornecimento de produtos concorrentes diretos como a piscicultura e a importação de pescado congelado, aliadas à concorrência de outras fontes de proteína (aves, carne bovina e suína, etc.) acabam por se traduzir em baixos preços para o produtor e mantêm a pesca profissional artesanal em uma situação de constante penúria (Chalita, 2014). Adicionalmente, a impossibilidade de aumentos significativos de escala, associada além dos fatores já citados ao estado de boa parte dos estoques pesqueiros já muito impactados e sobreexplorados, acaba por tornar cada vez mais o consumo de peixe fresco oriundo da pesca artesanal um hábito praticado de forma limitada, especialmente nas áreas mais desenvolvidas do país onde há acesso fácil a outras fontes de proteína. Assim, o consumo do pescado fresco fica cada vez mais restrito às regiões próximas dos pontos de captura e desembarque (Vasconcellos et al., 2013).

4.2 ESTUDO DE CASO TRÊS IRMÃOS

Com base nos dados levantados desde março de 2015 até dezembro de 2017 pela Tijoá, estimou-se que a pesca profissional artesanal em Três Irmãos produz cerca de 312 toneladas anuais de peixes de várias espécies, representando VPP de aproximadamente 1,6 milhão de reais anuais. Em um horizonte de 20 anos, esse VPP representa cerca de 702,2 milhões de reais, e em 30 anos esse valor atinge, aproximadamente, 1,1 bilhão de reais.

Cerca de 16 toneladas (5% do total) ou R\$ 127 mil reais mensais em VPP (8% do total) pertencem a espécies nativas cuja existência no lago pode ser atribuída ao repovoamento. Assim, mantidas as condições existentes tanto com relação ao ritmo de estocagem quanto às relações entre as populações de peixes entre si e o ambiente e a pesca, o Subprograma de Produção de Alevinos e Estocagem em Reservatórios em Três Irmãos pode representar em 20 anos ganhos da ordem de 56,2 milhões, ou 87,5 milhões em 30 anos.

É importante ressaltar, por fim, que Três Irmãos pode ser considerado um reservatório de baixa produtividade para a pesca (4,12 kg/ha/ano), cerca de 1/3 da produtividade média anual de Itaipu e pouco mais de 1/5 da produtividade média anual de Tucuruí (Agostinho et al., 2007). Dessa forma, os valores da produção pesqueira em outros reservatórios poderão ser mais significativos quanto mais produtivo for o reservatório analisado.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A tabela abaixo apresenta as estimativas dos benefícios das ações de conservação empreendidas pela Tijoá em Três Irmãos, em cada um dos temas apresentados anteriormente. Os benefícios de carbono agregam a captura por ações de conservação e recuperação florestal com as emissões evitadas pela geração adicional de hidroeletricidade. No cenário de vinte anos (até 2027), os benefícios totalizam R\$ 781 milhões, e no horizonte de trinta anos (até 2037), os benefícios somam R\$ 1,22 bilhões.

Tabela 5. Benefício Total das Ações de Conservação – R\$ - Horizontes até 2027 e até 2037

	Carbono	Uso Público	Pesca	Total
2018 a 2027	66.614.892	702.198.482	11.714.649	780.603.917
2018 a 2037	103.797.788	1.094.302.447	18.256.048	1.216.538.924

Fonte: Metodologia de valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental em reservatórios hidrelétricos. Relatório Final

Percebe-se que a amplitude dos valores setoriais estimados é grande. Os maiores benefícios advêm dos gastos promovidos pelo uso público, em especial pelos visitantes de fora da região que são atraídos pelo Reservatório. Isso indica que a qualidade ambiental do Reservatório é um importante dinamizador da economia local, e que a preservação dessa qualidade é estratégica para a geração de renda e emprego nesses municípios.

Os ganhos propiciados pelo sequestro de carbono também são relevantes. Contudo, deve-se enfatizar que no momento não há mecanismos de comercialização de créditos de carbono e, por isso, não há mecanismos para que a empresa possa internalizar esses valores em termos monetários. Ou seja, o benefício das emissões evitadas para a sociedade como um todo é volumoso, mas isso não se transforma em retornos financeiros para empresa.

O benefício para a atividade pesqueira é de menor montante. Entretanto, é significativo do ponto de vista social porque afeta uma comunidade específica (pescadores) que tem sua renda diretamente influenciada por isso. Também deve-se

ênfatizar que há forte correlação entre a pesca comercial e a amadora, que constitui um dos sustentáculos da visitação turística para a região.

Também foram elaborados cenários onde as ações de conservação sejam intensificadas em relação à prática atual. No cenário em que as ações de reflorestamento seriam hipoteticamente estendidas para uma área de 100 metros em relação à margem do reservatório, os benefícios adicionais seriam de R\$ 51 milhões em 10 anos e R\$ 80 milhões em 20 anos, principalmente pelos ganhos de captura de carbono. No cenário com maior área de reflorestamento (250 metros da margem), os benefícios somariam R\$ 406 milhões e R\$ 633 milhões em 10 e 20 anos, respectivamente, também primordialmente devido aos ganhos de carbono. Novamente, deve-se ressaltar que a pequena dimensão dos ganhos potenciais de geração de hidroeletricidade por ações de conservação deve-se às características peculiares de Três Irmãos, e que resultados maiores seriam obtidos em outros reservatórios onde o problema de assoreamento é significativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição desse projeto de P&D foi o desenvolvimento de uma metodologia inovadora para estimar os benefícios de ações de conservação em reservatórios de centrais hidrelétricas. A pesquisa utilizou técnicas da fronteira de conhecimento e exigiu a criação de novas ferramentas e conceitos.

Os modelos convencionais de análise custo-benefício, inclusive do setor elétrico, costumam ignorar as externalidades – custos ou benefícios não internalizados pelo projeto. O presente estudo elaborou um modelo que permite associar os benefícios às ações de conservação ambiental com atividades produtivas afetadas por isso, inclusive do próprio setor elétrico. Os elementos estudados foram (i) conservação e captura de carbono; (ii) uso público; e (iii) pesca.

O estabelecimento dessas metodologias permitiu estimar os benefícios econômicos em cada um desses temas decorrentes das ações de conservação ambiental. Além da contribuição metodológica, utilizou-se o caso do reservatório da hidrelétrica de Três Irmãos para aplicação dessas metodologias e os resultados, conforme esperados, demonstram que existem benefícios significativos decorrentes dessas ações.

Em função dos avanços obtidos, recomenda-se a continuidade de pesquisas, em particular nas seguintes áreas:

i. Aplicação do modelo no contexto de reservatórios de elevado assoreamento ou estabelecidos em bacias em áreas onde a cobertura florestal ainda é alta, mas que estejam sob risco de desmatamento.

ii. Aprofundamento das metodologias aqui desenvolvidas. Algumas sugestões podem ser apontadas: o aperfeiçoamento da modelagem baseada nas Curvas de Cota-Área-Volume que permitam estimativas mais acuradas do assoreamento; modelagens mais acuradas acerca da variação da erosão em função de ações de recuperação florestal em margens de reservatórios e outros corpos hídricos; incorporação do carbono abaixo do solo; caracterização da pesca amadora e seu impacto sobre o turismo em áreas de reservatório e seu efeito multiplicador da economia local; impacto das ações de peixamento para atividades de pesca.

Em suma, essa pesquisa desenvolveu uma metodologia inovadora para valorar os benefícios de ações de conservação em reservatórios hidrelétricos. Elaborou-se um modelo geral, replicável para qualquer reservatório, que integra abordagens que tratam de diferentes benefícios associados a ações de conservação ambiental promovidas pelas concessionárias. O modelo foi aplicado ao caso do reservatório da UHE Três irmãos, e apontou que as ações da Tijoá trazem ganhos significativos para sociedade, principalmente pela captura de carbono e benefícios derivados do uso público nas próximas décadas. O benefício estimado em termos de ganhos de geração pelo assoreamento evitado foi pequeno em função de características técnicas peculiares a esse reservatório, mas espera-se que os resultados nesse item sejam mais significativos caso o modelo seja aplicado para reservatórios com grandes problemas de perda de capacidade por assoreamento.

AGRADECIMENTOS

O projeto “Metodologia de Valoração de Bens e Serviços Ecológicos Associados a Projetos de Recuperação e Conservação Ambiental em Reservatórios Hidrelétricos” fez parte do Programa de P&D da Empresa TIJOÁ PARTICIPAÇÕES E INVESTIMENTOS S.A., concessionária de serviço público de energia elétrica com sede no Estado de São Paulo, em atendimento à Lei nº 9.991, de 24.07.2000. Gostaríamos também de agradecer o apoio técnico de toda equipe da CSE Energia - Tijoá, em particular as sugestões de Angélica Beccato, Sabrina Laurito e Cristina Mendes. A responsabilidade deste documento, como de praxe, é inteira dos seus autores, e as opiniões aqui expressas não refletem necessariamente a opinião da Empresa e sua equipe.

REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Pelicice, F.M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do BRASIL. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 501 p., 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Estatística da pesca 2007 - grandes regiões e unidades da federação. Brasília-DF, dezembro de 2007. URL:<http://ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/estatistica-pesqueira/2007-ibama-estatistica-da-aquicultura-e-pesca-no-brasil.pdf>. Acessado em 05/04/2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Instrução Normativa do IBAMA Nº 25, de 01/09/2009. Brasília-DF, setembro de 2009. URL:http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2009/in_ibama_25_2009_normaspescaperiodoreproducao_pr.pdf

Castro, P. M. G. De Maruyama, L.S.; Campos, E. C.; Paiva, P.; Spigolon, J. R.; Bezerra De Menezes, L. C. Mapeamento da pesca artesanal ao longo do médio e baixo RIO TIETÊ (SÃO PAULO, BRASIL). Ser. Relat. Téc. Instituto de Pesca. São Paulo, Vol. 33, 34p jun. de 2008.

Chalita, M.A.N. Consumo em um mercado contestado: reflexões sobre o caso do pescado no Brasil. Anais do VII Encontro Nacional de Estudos do Consumo, PUC Rio de Janeiro, 2014.

Instituto Florestal. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente Imprensa Oficial. 200p. 2005.

International Energy Agency. World Energy Outlook 2017. OECD, Paris. 2017.

Lima Costa, S.M.A et al.. Indicadores de mercado de pescados. Boletim 2016 - 4 ° trimestre - Ilha Solteira. UNESP, Campus de Ilha Solteira, 2016. URL: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitotecniatecnologiadealimentosesocioeconomia716/boletim-pesca.pdf>. Acessado em 05/04/2018.

Lu, H, Moran, C.J. &, Prosser, I. P. Modelling sediment delivery ratio over the Murray Darling Basin. Environmental Modelling & Software 21: 1297-1308. 2006.

Maruyama, L.S. a pesca artesanal no médio e baixo Tietê (São Paulo, Brasil): aspectos estruturais, socioeconômicos e de produção pesqueira. São Paulo. 109 p. (Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação do Instituto de Pesca-APTA-SAA-SP), 2007

Maruyama, L.S.; Castro, P.M.G.; Paiva, P. Pesca artesanal no médio e baixo tietê, São Paulo, Brasil: aspectos estruturais e socioeconômicos. B. Inst. Pesca, São Paulo, 35(1): 61 – 81, 2009.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa Monitoramento por Satélite Brasil em Relevo. Campinas, Brasil: EMBRAPA. 2000. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>.

Miranda, M. M. D. Fator de emissão de gases de efeito estufa da geração de energia elétrica no Brasil: implicações da aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo – São Carlos. 2012.

Miranda, R. B. A influência do assoreamento na geração de energia hidrelétrica: Estudo de caso na usina três irmãos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 132 p. 2011

MMA. Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Núcleo Mata Atlântica e Pampa, 2010.

OTIMIZAGRO: Uma plataforma integrada de modelagem de uso e mudanças no uso da terra para o Brasil. Brasília: SAE/PR: UFMG, Centro de Sensoriamento Remoto, p. 148. 2013.

Palermo, G. Emissões de gases de efeito estufa e medidas mitigatórias da pecuária: potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ. 2011.

Rocha, O.; Gaeta Espíndola, O.L; Rietzler, A.C.; Fenerich-Verani, N. & Verani, J.R. Animal Invaders in São Paulo State Reservoirs, *Oecologia Australis* 15(3): 631-642, setembro 2011.

Rodrigues H., Soares-Filho B. A Short Presentation of Dinamica EGO. In: Camacho Olmedo M., Paegelow M., Mas JF., Escobar F. (eds) *Geomatic Approaches for Modeling Land Change Scenarios. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer, Cham. 2018.

Smith, W.S.; Espindola, E.L.G. & Rocha, O. As espécies de peixes introduzidas no rio Tietê. In: O. Rocha; E. L. G. Espíndola; N. Fenerich-Verani; J. R. Verani and A.C. Rietzler (orgs.). *Espécies invasoras em águas doces - estudos de caso e propostas de manejo*. Editora Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 414p, 2005.

Soares-Filho BS, Rajão R, Merry F, Rodrigues H, Davis J, Lima L, Macedo M, Coe M, Carneiro A, Santiago L. Brazil's Market for trading forest certificates. *Plos One* 11(4):e0152311. 2016. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0152311>

SOS Mata Atlântica. Fundação e INPE divulgam dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período de 2014 a 2015. 2016. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/> .

Tijóá Energia. Apresentações do i seminário de integração dos programas e projetos ambientais da UHE três irmãos, São Paulo, 25 de agosto de 2017.

Tijóá Energia. Usina hidrelétrica de Três Irmãos - relatório bienal de acompanhamento das condicionantes da renovação da licença ambiental de operação retificatória, nº 2027, de 10 de outubro de 2014 - período 2014 - 2015. Rio de Janeiro, dezembro de 2015

Tijoá Energia. Usina hidrelétrica de Três Irmãos - relatório bienal de acompanhamento das condicionantes da renovação da licença ambiental de operação retificatória, nº 2027, de 10 de outubro de 2014 - período 2016 - 2017. Rio de Janeiro, dezembro de 2017.

Tijoá Energia. Usina Hidrelétrica de Três Irmãos – relatório do monitoramento da produção pesqueira referência - período de março/2015 a dezembro/2017 & oficinas devolutivas nas comunidades de pescadores. Produto 29 – relatório 14. São Paulo, março de 2018

Vasconcellos, J.P. et al. Individual determinants of fish choosing in open-air street markets from Santo André, SP/Brazil. *Appetite* v.68, p. 105–111, 2013

Young, C. E. F. (coord) et al. Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 93. 2016.

Young, C.E.F. (coord.). Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma política nacional de pagamento por serviços. relatório final com apêndices. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 488. 2016.