



GOVERNANÇA EM SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS AFETADOS POR USINAS HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA

Guilherme Prado Alves¹; Evandro Mateus Moretto²; Robert John Buschbacher³; Mariluce Paes de Souza⁴; Carolina Rodrigues da Costa Doria⁵.

¹Universidade de São Paulo, Grupo de Pesquisa em Planejamento e Gestão Ambiental – PLANGEA/USP, guilhermepradoalves@usp.br

²Universidade de São Paulo, Grupo de Pesquisa em Planejamento e Gestão Ambiental – PLANGEA/USP, evandromm@usp.br

³University of Florida, Amazon Conservation Leadership Initiative, rbusch@ufl.edu

⁴Universidade Federal de Rondônia, Centro de Estudos Interdisciplinar em Desenvolvimento Sustentável na Amazônia – CEDSA/UNIR, mariluce@unir.edu.br

⁵Universidade Federal de Rondônia, Laboratório de Ictiologia e Pesca – LIP/UNIR, carolinarcdoria@unir.edu.br

GT 04: Amazônia no Século XXI: avanços, retrocessos e novas perspectivas nas políticas socioambientais no contexto de COP30

RESUMO

Quando um sistema socioecológico sofre um distúrbio, é provável que seu equilíbrio dinâmico e o seu regime de governança sejam alterados. No caso de usinas hidrelétricas, ainda que estas representem distúrbios significativos sobre sistemas socioecológicos, suas repercussões nos regimes de governança ainda são lacunas na pesquisa. Dessa forma, este estudo tem como objetivo propor uma *framework* para a análise das transformações na governança de sistemas socioecológicos causadas por usinas hidrelétricas, e aplicá-la em um estudo de caso representado pelo sistema pesqueiro afetado pelas usinas de Jirau e Santo Antônio, no rio

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001, por meio dos processos #88887.645287/2021-00 e #88887.886482/2023-00. Adicionalmente, agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio do processo #19/17113-9, cuja plataforma de pesquisa nos auxiliou no desenvolvimento deste estudo. Finalmente, agradecemos ao apoio institucional da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Rondônia e University of Florida (EUA).



Madeira (RO). A *framework* constitui-se na triangulação entre elementos conceituais relacionados à governança de sistemas socioecológicos, à governança de empreendimentos hidrelétricos e às mudanças nos regimes de funcionamento dos sistemas socioecológicos, aplicando-se ainda dados de entrevistas e análise documental. Os resultados apontam para transformações socioecológicas e emergência de um regime de governança muito mais centralizado, com concentração de poder nos agentes governamentais e nas usinas hidrelétricas.

Palavras-chave: Gestão de recursos comuns; Conflitos socioambientais; Avaliação de Impacto Ambiental; Rio Madeira.

Destaques (highlights)

- Usinas hidrelétricas causam transformações na governança socioecológica;
- O sistema pesqueiro do rio Madeira passou a operar em uma nova faixa de operação após as usinas;
- Governo e usinas hidrelétricas passaram a deter maior poder de decisão sobre a gestão pesqueira;
- Agentes locais perderam capacidade institucional e a pesca aparenta se encaminhar a um novo perfil.

INTRODUÇÃO

Sistemas socioecológicos são sistemas complexos que podem ser compreendidos a partir das interações entre o uso de um recurso natural por usuários coordenado por instituições formais e informais associadas, e envolve ao menos quatro subsistemas: sistema de recurso, unidade de recurso, sistema de governança e usuários (Ostrom, 2009). Os subsistemas estão em constante interação e cada um deles é formado por um conjunto de atributos que se relacionam entre si e influenciam e/ou são influenciados pelas configurações políticas, socioeconômicas e ecológicas nas quais o sistema está inserido (Ostrom, 2007).

Naturalmente, sistemas socioecológicos complexos não são estruturas estáticas, mas possuem componentes dinâmicos que passam por constantes transformações (Holling, 2001; Westley *et al*, 2013). No entanto, apesar da dinamicidade característica dos sistemas

socioecológicos, acredita-se que o seu regime de funcionamento varia em certos limites de condições, denominados de faixa normal de operação por Holling (2001), dentro da qual um determinado sistema socioecológico é capaz de manter sua estrutura e funcionamento, em um equilíbrio dinâmico, sem que ocorram mudanças significativas (Moretto *et al.*, 2013). Quando um sistema sofre uma perturbação intensa em seus componentes sociais ou biofísicos, é provável que o seu regime de funcionamento se desloque e que permaneça muito tempo fora dos limites da faixa normal de operação, ampliando as chances de ruptura ou supressão de elementos importantes para o seu funcionamento (Moretto *et al.*, 2013). Caso a perturbação ultrapasse a capacidade de absorção do sistema socioecológico, é provável que ele seja incapaz de retomar o mesmo regime de funcionamento anterior ao distúrbio (Holling, 2001). Assim, espera-se que o sistema entre em um novo regime de funcionamento, associado a uma nova faixa de operação, caracterizada por novas instituições, novos comportamentos, novas formas de utilização dos recursos e novos mecanismos de aplicação de capital social (Randle; Stroink; Nelson, 2014) — ou seja, uma nova estrutura de governança — ou seja extinto (Figura 1).

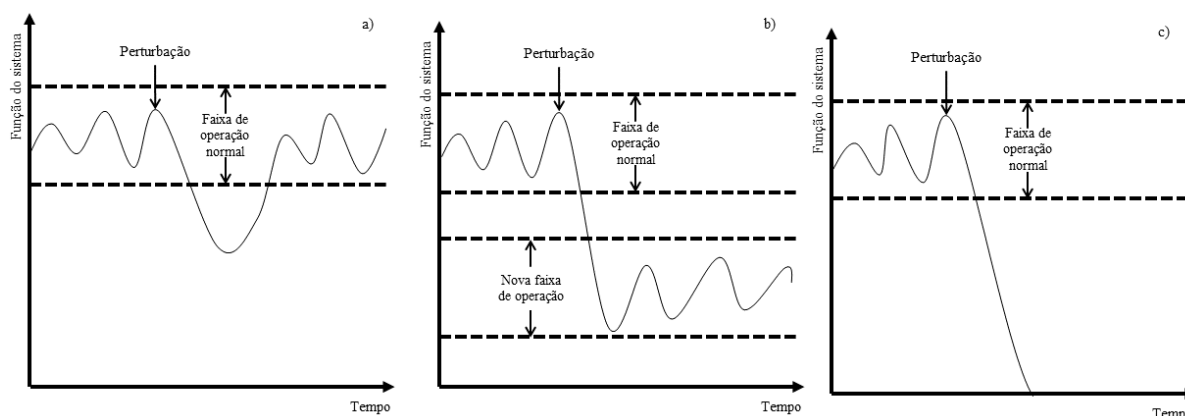


Figura 1: Perturbações em sistemas socioecológicos, com a) retorno à faixa de operação normal, b) mudança na faixa de operação, e c) extinção. Fonte: Adaptado de Moretto *et al.* (2013).

Usinas hidrelétricas representam perturbações extremas sobre a operação normal de componentes sociais e biofísicos de sistemas socioecológicos (Athayde *et al.*, 2019). Especialmente para a Amazônia, uma região de importância global em termos culturais e biológicos, o avanço da produção hidrelétrica para o atendimento da demanda latino-americana tem ameaçado a sustentabilidade de sistemas socioecológicos locais e globais (Athayde *et al.*, 2019). Entretanto, a compreensão das transformações socioecológicas causadas por usinas



hidrelétricas ainda representa uma lacuna na pesquisa científica, devido à falta de articulação e integração dos dados e conhecimentos produzidos, bem como a limitação de estudos de impacto ambiental e social (Athayde *et al.*, 2019). De maneira complementar, Slinger *et al.* (2011) afirmam que as pesquisas existentes ao redor das transformações socioecológicas causadas por usinas hidrelétricas têm se debruçado sobremaneira nos impactos biofísicos dessa tipologia de empreendimento, sendo as mudanças na governança socioecológica um espaço que requer maior aprofundamento. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo propor uma *framework* para a análise das transformações na governança socioecológica causadas por usinas hidrelétricas na Amazônia, e aplicá-la em um estudo de caso representado pelo sistema socioecológico pesqueiro afetado pelas usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, instaladas no rio Madeira (Rondônia, Brasil).

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo, que adota estratégias de aplicação de entrevistas semiestruturadas e análise documental para a coleta de dados.

O roteiro de entrevistas é proveniente da pesquisa de doutorado '*Agora é cada um por si: Avaliação de impacto, governança e conflitos nos sistemas socioecológicos pesqueiros afetados pelas usinas hidrelétricas do rio Madeira*', que abordou as mudanças institucionais, conflitos e impactos relacionados aos sistemas pesqueiros afetados por Jirau e Santo Antônio. A pesquisa contou com um universo de cinquenta entrevistados, sendo eles pescadores profissionais artesanais (26), atravessadores (3), representantes de colônias de pescadores (2), pescadores esportivos (7), representantes de ONGs socioambientais (6), representante de movimento social (1), representantes de agências ambientais (4) e representante do Batalhão de Polícia Ambiental (1).

A análise documental se debruçou sobre os documentos referentes ao processo de Avaliação de Impacto Ambiental das UHEs Jirau e Santo Antônio, sendo eles: Termo de Referência, Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, atas de audiências públicas, programas ambientais e pareceres técnicos do Ibama.

Para a análise dos dados, foi proposta uma *framework* analítica, baseada em uma triangulação conceitual entre as categorias de governança de sistemas socioecológicos,



definidas por Ostrom (2009, 2007), as categorias de governança de empreendimentos hidrelétricos, definidas por Slinger *et al.* (2011), e as transformações nas faixas de operação de sistemas socioecológicos, descritas por Moretto *et al.* (2013). A Figura 2 representa graficamente a *framework* analítica, e o Quadro 1 indica os conceitos associados às categorias de análise.

Partindo da premissa de que usinas hidrelétricas causam grandes transformações nas estruturas do sistema socioecológico (Slinger *et al.* 2011; Athayde *et al.*, 2019; Doria *et al.*, 2021), foram consideradas duas temporalidades distintas para a aplicação da *framework*: t_0 , como período anterior às usinas hidrelétricas, em que o sistema socioecológico opera em torno de um equilíbrio dinâmico; e t_1 , como período após às usinas hidrelétricas, em que o regime de funcionamento do sistema socioecológico, após sofrer o distúrbio, pode: I) retomar sua operação na faixa de operação normal; II) alternar seu funcionamento para uma nova faixa de operação, distinta da anterior; ou III) ser extinto (Moretto *et al.*, 2013).

Quando os componentes da estrutura de governança são robustos, consolidados e distribuídos em uma organização multinível, com centros de tomada de decisão semi-autônomos, e seu funcionamento é continuamente validado pela dinâmica e pelos processos do próprio sistema socioecológico, há uma alta probabilidade de que esse escopo de governança ofereça os insumos necessários para que o sistema retorne à sua faixa de operação normal, ou muito próxima dela. Por outro lado, na ausência de uma governança funcional e bem estruturada, o sistema dificilmente será suficientemente resiliente para enfrentar os distúrbios, correndo o risco de sofrer transformações profundas ou até mesmo colapsar (Buschbacher *et al.*, 2016).



Quadro 1: Categorias analíticas componentes da *framework* e conceitos associados.

Categoria analítica	Conceito
Instituições	Princípios, regras e normas formais e informais que orientam relações e interações públicas e privadas para a gestão, acesso e uso de recursos comuns.
Escala	Dimensões temporais e espaciais de governança, que envolvem ciclos de vida dos usuários, mandatos de governos e associações e fronteiras de atuação para a gestão dos recursos.
Conhecimento	Saberes e técnicas tradicionais, desenvolvidos a partir da experiência e transmitidos por gerações, bem como conhecimento científico, baseado em dados empíricos, modelos matemáticos e cálculos de engenharia aplicados à gestão do sistema socioecológico.
Atores	Indivíduos e grupos envolvidos na gestão dos recursos naturais, com diferentes níveis de interesse e de poder na tomada de decisão sobre o sistema socioecológico.
Distribuição de custos e benefícios	Convenções sociais que determinam maior ou menor direito de acesso aos recursos naturais a grupos distintos. Em contextos em que essas convenções sociais são desiguais, certos grupos podem ser sistematicamente excluídos do acesso pleno aos recursos, arcando com custos desproporcionais da falta de acesso, enquanto grupos de maior poder político e/ou econômico tendem a concentrar benefícios, lucros e acesso privilegiado.
Participação na tomada de decisão	Espaços criados por atores governamentais e não-governamentais para a discussão, estabelecimento e imposição de instituições em um domínio particular.
Conflito e resolução de conflito	Situação em que grupos com interesses opostos estabelecem disputas pelo acesso ou controle dos recursos naturais. Conflitos emergentes em dimensões conhecidas pelo sistema socioecológico são abarcados por instituições e mecanismos pré-definidos de gerenciamento de conflitos.
Acesso aos recursos	Processo a ser mediado pelo escopo de governança do sistema socioecológico.

Fonte: Adaptado de Ostrom (2009, 2007) e Slinger *et al.* (2011).

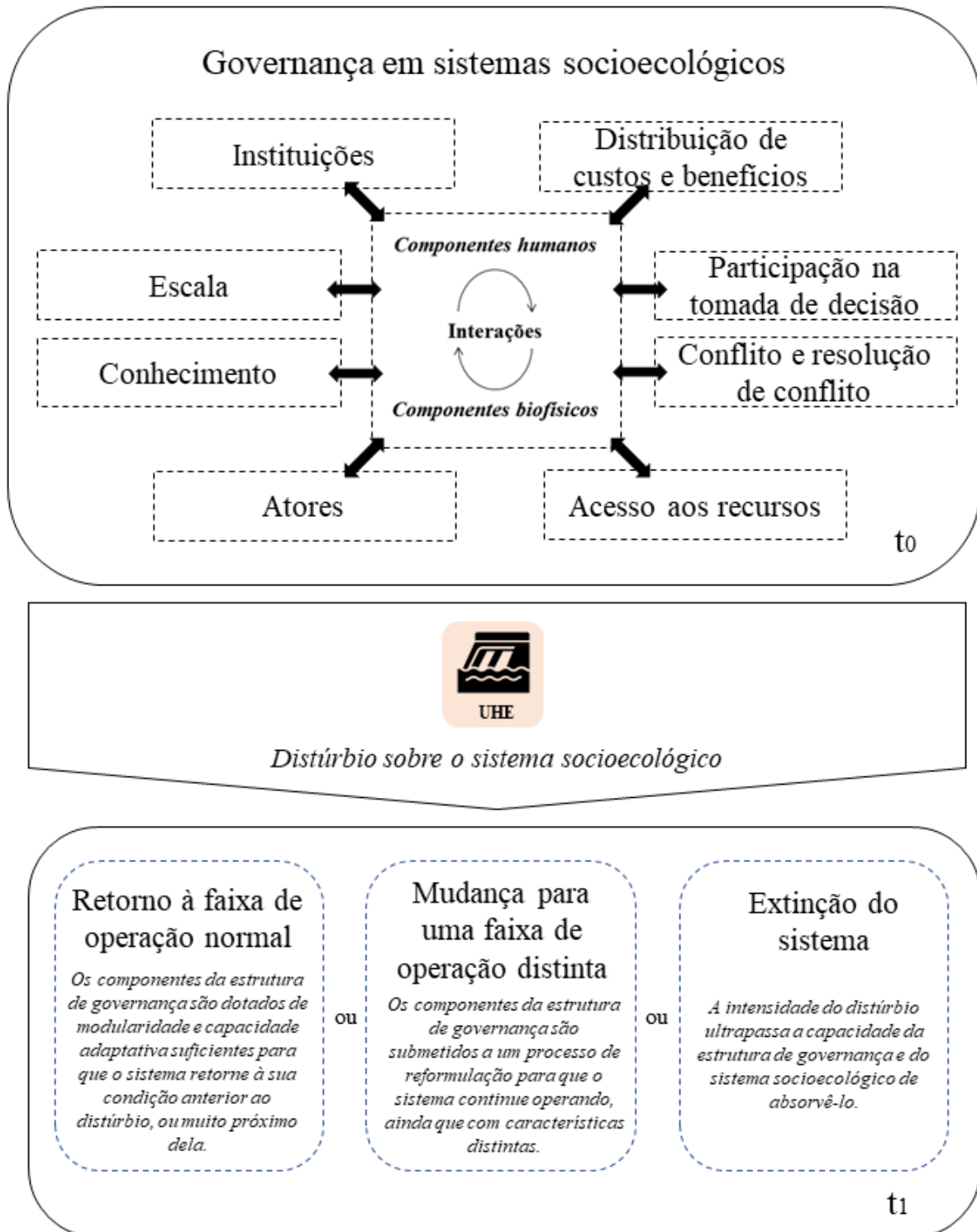


Figura 2: *Framework* para análise da governança em sistemas socioecológicos afetados por usinas hidrelétricas. Em t₀, o quadro central representa o sistema socioecológico focal e as setas indicam dinâmicas e *feedbacks* dos componentes da governança propostos com os componentes do sistema socioecológico. Fonte: Adaptado de Ostrom (2009, 2007), Slinger *et al.* (2011) e Moretto *et al.* (2013).



Objeto de estudo

As usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio são aproveitamentos hidrelétricos instalados no rio Madeira, nos limites do município de Porto Velho (Rondônia, Brasil). Ambas as usinas adotam tecnologia a fio d'água, que utiliza o declive natural do rio para a produção de energia. Acredita-se que as dimensões dos reservatórios em usinas desta tipologia são reduzidas.

O sistema socioecológico pesqueiro afetado pelas usinas hidrelétricas foi definido como recorte temático da pesquisa, por se tratar de um sistema em funcionamento a longo prazo na bacia do rio Madeira, com características bem estabelecidas e com práticas sociais fortemente associadas ao funcionamento do ambiente biofísico, sujeito à mudanças significativas com a instalação e operação de usinas hidrelétricas (Doria *et al.*, 2021).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Antes das usinas hidrelétricas (t₀):

A pesca na bacia do rio Madeira era caracterizada por ser de pequena escala e seu diferencial era a multiplicidade de espécies capturadas. Os apetrechos utilizados eram simples e artesanais, e a frota pesqueira era constituída majoritariamente por pequenos barcos e canoas não motorizadas (Doria *et al.*, 2012).

Segundo Doria *et al.* (2021), os principais atores e organizações atuantes na gestão da pesca na bacia do rio Madeira eram: governo, no nível federal representado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e no nível estadual pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (Sedam) e pelo Batalhão de Polícia Ambiental; e agentes não governamentais, representados por associações e colônias de pescadores, ONGs socioambientais, movimentos sociais, setor científico, pescadores, comunidades ribeirinhas, povos indígenas, atravessadores e consumidores do pescado.

As agências ambientais, como Ibama e Sedam, eram — e ainda são — os principais responsáveis pela imposição de normas e regulamentos formais de pesca a nível nacional ou estadual, respectivamente (Doria *et al.*, 2021). As comunidades de pescadores e colônias eram afetadas pela imposição centralizada de tais instituições formais, uma vez que deveriam



obedecer a legislação vigente, mesmo que não tivessem participado dos processos de formulação das normativas. Esse arcabouço centralizado de tomada de decisão no nível governamental sobre a pesca apresentava inúmeras lacunas, como apontado por Doria *et al.* (2021): legislação insuficiente, precariedade de infraestrutura, fiscalização desarticulada e falta de definição adequada das competências dos órgãos responsáveis pela gestão da pesca.

Para suprir as lacunas de gestão no nível de governo, atores não-governamentais atuantes na bacia do rio Madeira assumiram papéis centrais na formulação de implementação de instituições informais para o uso dos recursos pesqueiros, como: regulação do acesso de *outsiders* (agentes externos) e gerenciamento de conflitos entre os usuários locais; estabelecimento de mecanismos de alinhamento, discussão e repasse de demandas entre estado, colônia e pescadores; definição de normas comerciais entre atravessadores e pescadores; criação de acordos de pesca alinhados às condições socioecológicas de cada trecho do rio Madeira; e atuação de ONGs, movimentos sociais e setor científico na prestação de auxílio técnico aos pescadores e monitoramento da pesca (Lopes; Silvano; Begossi, 2011; Doria; Lima, 2015).

A configuração informal de governança no nível local contribuiu para a sustentabilidade da pesca no longo prazo. No entanto, as entrevistas demonstraram que o sistema pesqueiro apresentava baixa capacidade social para o enfrentamento de distúrbios socioambientais de grande magnitude. Por exemplo, as flutuações sazonais regulares na pesca, reconhecidas pelas populações da bacia do rio Madeira, eram endereçadas e remediadas em níveis locais e regionais de governança, por atores não-governamentais, como pescadores e atravessadores, por meio da adoção de estratégias como adequação das espécies capturadas e dos valores comerciais do pescado. No entanto, em situações de eventos extremos, como cheias e secas atípicas, o sistema de governança local não possuía capacidade suficiente para responder de forma eficiente aos distúrbios no sistema socioecológico, uma vez que associações locais apresentavam baixo capital social e comunidades ribeirinhas possuíam alta dependência comercial do pescado e da agricultura de várzea, baixa diversidade econômica e elevada susceptibilidade social (Doria *et al.*, 2021).

De maneira geral, depreende-se que a governança do sistema pesqueiro no período anterior às usinas hidrelétricas era caracterizada por um regime de co-gestão, que operava em



um balanço entre a centralização e a descentralização. Assim, as lacunas dos extremos eram preenchidas pelo seu oposto complementar, garantindo a sustentabilidade do sistema no longo prazo. Não se pode negar que fragilidades e ingerências existiam, porém os resultados apontam para um regime de operação do sistema socioecológico que era reconhecido pelos usuários locais e, dessa forma, sua gestão era passível de ser endereçada pelo conhecimento ecológico tradicional e pelas práticas de gestão historicamente delineadas.

Perturbação sobre o sistema socioecológico:

Com a instalação das usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, Doria *et al.* (2021) e Arantes *et al.* (2022) demonstraram a ocorrência de impactos sobre o estoque pesqueiro, sobretudo com a redução das espécies de maior valor comercial. Como a dinâmica da ictiofauna está diretamente ligada a práticas de pesca (Doria; Lima, 2015), após a instalação das usinas hidrelétricas, o sistema socioecológico pesqueiro como um todo também passou a lidar com os impactos das infraestruturas (Doria *et al.*, 2021).

Depois das usinas hidrelétricas (t₁):

O surgimento dos reservatórios implicou em transformações nas tradicionais pescarias e apetrechos de pesca utilizados. Os ambientes com cachoeiras e corredeiras típicas — onde a pesca de tarrafa e fiska eram praticadas — foram substituídos por um lago — que requer o uso de redes e malhadeiras. Essa situação impõe fim na pesca tradicional e restringe o uso de apetrechos especializados. Além disso, pescadores foram forçados a modificar seus territórios tradicionais de pesca, o que implicou em maiores pressões sobre áreas protegidas, como unidades de conservação e terras indígenas, deslocamentos para maiores distâncias (Arantes *et al.*, 2022), e sobrecarga de pesqueiros compartilhados (Doria *et al.*, 2021).

A presença das usinas hidrelétricas também impôs novas dinâmicas de controle e acesso aos recursos. Com a abertura e fechamento arbitrários das comportas das usinas hidrelétricas, a vazão do rio passou a ser definida pela demanda energética do país, influenciando, sobretudo, os pulsos hidrológicos à jusante, e conseqüentemente, as práticas de pesca e de agricultura de várzea (Almeida *et al.*, 2020). Além disso, a existência das barragens requer a delimitação de uma área de autossalvamento, trecho do rio em que o acesso e a pesca são restritos. Assim, os



níveis de fiscalização, monitoramento e punição aumentaram significativamente em uma área que anteriormente era de livre acesso aos pescadores.

Em termos de compensação dos impactos no âmbito do licenciamento ambiental, os gestores das usinas hidrelétricas propuseram projetos de fomento ao turismo na região afetada, o que inclui incentivos a pesca esportiva. Pescadores esportivos se fortaleceram como novos usuários do sistema socioecológico pesqueiro, por meio da criação de associações — formalizadas com o apoio institucional das usinas hidrelétricas, segundo informações presentes nas entrevistas — e empoderamento político. Essa nova configuração tem resultado em conflitos e disputas pelo pescado, já que os objetivos da apropriação de recurso entre pescadores tradicionais e esportivos são distintos: enquanto os primeiros dependem do pescado como fonte de alimento e renda, os segundos o utilizam para fins recreativos e de entretenimento.

Ainda no arcabouço do licenciamento ambiental, as usinas hidrelétricas impuseram uma distinção entre os territórios à montante e a jusante. As comunidades pesqueiras à jusante de Santo Antônio não foram consideradas como área diretamente afetada pelos empreendimentos, sendo, portanto, excluídas dos processos indenizatórios e compensatórios (Doria *et al.*, 2021; Almeida *et al.*, 2020) — ainda que os pescadores à jusante tenham explicitado, nas entrevistas, os prejuízos sobre a pesca gerados pelas usinas.

As escalas temporal e espacial delineadas pelos empreendimentos hidrelétricos se demonstraram incompatíveis com as escalas dos sistemas socioecológicos (Slinger *et al.*, 2011). Em termos espaciais, os impactos ambientais não foram dimensionados adequadamente para a região transfronteiriça, assumindo que os limites institucionais de um território seriam suficientes para abarcar os efeitos dos empreendimentos (Ibama, 2007), enquanto sistemas socioecológicos apresentam ligações e interações que ultrapassam fronteiras (Ostrom, 2009). Em termos temporais, o tempo de vida do empreendimento vai além da temporalidade da governança local, como os mandatos de associações locais, colônias e governos, além de ocupar um amplo período de vida dos próprios usuários humanos (Slinger *et al.*, 2011).

O conhecimento aplicado ao dimensionamento e operação de usinas hidrelétricas também se demonstrou incompatível com a governança dos sistemas socioecológicos (Slinger *et al.*, 2011), uma vez que apresentou caráter exclusivamente técnico, fundamentado em modelagens matemáticas e cálculos de engenharia. Segundo os entrevistados, o conhecimento



ecológico tradicional das comunidades pesqueiras e dos usuários a respeito da ictiofauna e dos pulsos de inundação e seca do rio não foi incorporado ao planejamento dos empreendimentos, o que gerou inconveniências no período de construção, como a obstrução das ensecadeiras, e impactos para a infraestrutura no período de operação.

As novas condições da estrutura de governança impostas pelas usinas hidrelétricas não endereçaram adequadamente as características pré-existentes do sistema socioecológico (Athayde *et al.*, 2019). Além disso, os níveis locais não foram institucionalmente fortalecidos para se adequarem às mudanças na organização e na prática pesqueira. Dessa forma, os tradicionais acordos de pesca foram extintos, e os mecanismos locais de resolução de conflitos se tornaram incapazes de abarcar a nova configuração socioecológica. Como resposta às mudanças, muitos pescadores abandonaram a atividade pesqueira e suas comunidades, e têm buscado diferentes práticas econômicas para garantir a subsistência familiar, como garimpo e agricultura (Alves *et al.*, 2023). Aqueles que permaneceram na pesca, afirmam que novas práticas pesqueiras são necessárias para se adaptar às condições do pescado e do rio.

O perfil do sistema socioecológico vigente após a instalação das barragens demonstra uma mudança na faixa de operação normal do sistema socioecológico, com novas instituições, novos atores e novos mecanismos de gestão dos recursos comuns, que se aproxima muito mais de um espectro centralizado, em que governo e usinas hidrelétricas detêm maior parte do poder sobre a tomada de decisão. Por outro lado, pescadores perderam a capacidade de criação e imposição de suas próprias instituições, e a atividade pesqueira aparenta se encaminhar para um novo modelo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bacia do rio Madeira, a governança que se constituiu historicamente para a gestão do sistema socioecológico pesqueiro indicou características que permitiram sua sustentabilidade ao longo prazo e gerenciamento de distúrbios em dimensões conhecidas. Com a instalação das usinas hidrelétricas, observou-se uma tendência de concentração de poder e mudança da gestão para um espectro muito mais centralizado, que prejudica o protagonismo dos agentes locais para a manutenção do sistema socioecológico. A nova configuração biofísica e a postura impositiva no estabelecimento de instituições formais por agentes do governo e



pelas próprias usinas hidrelétricas, sem a devida consulta aos usuários locais do sistema socioecológico e sem o acoplamento da nova estrutura de governança às especificidades socioculturais locais e regionais, tem promovido uma mudança sistemática no equilíbrio dinâmico do sistema socioecológico, pressionando-o para uma nova faixa de operação em que os fenômenos complexos são desconhecidos e para os quais o sistema socioecológico não está adaptado.

Acredita-se que o estudo de caso demonstra a aplicabilidade da *framework* proposta para a análise de transformações em estruturas de governança afetadas por usinas hidrelétricas, abrindo espaço para o reconhecimento de dinâmicas e ponderação de medidas mitigadoras alinhadas às interações entre os múltiplos componentes da governança socioecológica. Assim, há grande potencial de apropriação do modelo em processos de Avaliação de Impacto Ambiental e elaboração de estudos de impacto ambiental de empreendimentos hidrelétricos, sobretudo na região amazônica, de modo que o funcionamento da estrutura de governança seja endereçado na tomada de decisão e medidas mitigadoras e compensatórias sejam direcionadas à realidade socioecológica do território atingido.

Dentre os desafios para a análise de estruturas de governança conforme a *framework* proposta neste trabalho, destaca-se a ausência de dados históricos sobre sistemas socioecológicos e a superficialidade de dados produzidos em estudos de impacto ambiental de projetos de infraestrutura no geral. Além disso, a proposta inicial da *framework* requer maiores aplicações em estudos de caso múltiplos, de modo a ser validada e complementada em casos de manutenção da faixa de operação normal ou extinção dos sistemas socioecológicos, sendo estas lacunas potenciais para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

Almeida, R. M.; Hamilton, S. K.; Rosi, E. J.; Barros, N.; Doria, C. R. C.; Flecker, A. S.; Fleischmann, A. S.; Reisinger, A. J.; Roland, F. Hydropeaking Operations of Two Run-of-River Mega-Dams Alter Downstream Hydrology of the Largest Amazon Tributary. **Front. Environ. Sci.**, v. 8, 2020.

Alves, G. P.; Mandai, S. S.; Laufer, J.; Riva, F. R.; Barros, J. D.; Moretto, E. M.; Doria, C. R. C.; Souza, M. P. Efeitos das mudanças ambientais sobre a estrutura social e econômica de comunidades ribeirinhas na Amazônia impactadas por usinas hidrelétricas. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 15, n. 1, p. 116-137, 2023.



Athayde, S.; Mathews, M.; Bohlman, S.; Brasil, W.; Doria, C. R. C.; Dutka-Gianelli, J.; Fearnside, P. M.; Loiselle, B.; Marques, E. E.; Melis, T. S.; Millikan, B.; Moretto, E. M.; Oliver-Smith, A.; Rossete, A.; Vacca, R.; Kaplan, D. Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: advances, gaps in knowledge and future directions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 37, p. 50-69, 2019.

Buschbacher, R. A Teoria da Resiliência e os Sistemas Socioecológicos: Como se preparar para um futuro imprevisível? **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, p. 11- 24, 2014.

Doria, C. R. C.; Dutka-Gianelli, J.; Souza, M. P.; Lorenzen, K.; Athayde, S. Stakeholder Perceptions on the Governance of Fisheries Systems Transformed by Hydroelectric Dam Development in the Madeira River, Brazil. **Front. Environ. Sci.**, 2021.

Doria, C. R. C.; Lima, M. A. L. (orgs.). **Rio Madeira: seus peixes e sua pesca**. Porto Velho: EDUFRO, 2015.

Holling, C. S. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. **Ecosystems**, v. 4, n. 5, p. 390-405, 2001.

Ibama. **Parecer Técnico N° 014/2007 – COHID/CGENE/DILIC/Ibama**. Brasília, 2007.

Lopes, P. F.M.; Silvano, R. A. M.; Begossi, A. Extractive and Sustainable Development Reserves in Brazil: resilient alternatives to fisheries? **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 54, n. 4, p. 421-443, 2011.

Moretto, E. M.; Silva, G. D.; Roquetti, D. R.; Zuca, N. L. A vulnerabilidade ambiental como propriedade sistêmica emergente: subsídios conceituais para o planejamento e a gestão de recursos hídricos. In: Jacobi, P. R.; Moretto, E. M.; Beduschi, L. C.; Sinisgalli, P. A. (orgs.). **Aprendizagem social na gestão compartilhada de recursos hídricos**. São Paulo: ANNABLUME Editora, 2013.

Ostrom, E. A diagnostic approach for going beyond panaceas. **PNAS**, v. 104, n. 39, p. 15181-15187, 2007.

Ostrom, E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. **Science**, v. 325, p. 419-422, 2009.

Randle, J. M.; Stroink, M. L.; Nelson, C. H. Addiction and the adaptive cycle: A new focus. **Addiction Research & Theory**, p. 1-8, 2014.

Slinger, J.; Hermans, L.; Gupta, J.; Van Der Zaag, P.; Ahlers, R.; Mostert, E. **The Governance of large dams: A new research area**. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272394944_The_governance_of_large_dams_A_new_research_area>. Acesso em: 25 jun. 2025.



XII
ENANPPAS

ENCONTRO NACIONAL
DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL
DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
EM AMBIENTE E SOCIEDADE

**COP30: ENFRENTAMENTOS ÀS
DESIGUALDADES SOCIAIS
E EMERGÊNCIA CLIMÁTICA**

Westley, F. R.; Tjornbo, O.; Schultz, L.; Olsson, P.; Folke, C.; Crona, B.; Bodin, Ö. A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. **Ecology and Society**, v. 18, n. 3, 2013.