

Mudanças no garimpo e seus efeitos sobre o sistema socioecológico e os modos de vida do Alto Tapajós¹

*Laize Sampaio Chagas e Silva
Evandro Mateus Moretto*

Resumo

O garimpo de ouro na região do Tapajós tem passado por diferentes modos de produção e transformação tecnológica, o que tem contribuído para aumentar a extração aurífera e gerar impactos socioecológicos em uma escala sem precedentes na história da garimpagem. Diante deste contexto, este estudo objetivou relacionar as mudanças no garimpo com as alterações dos sistemas socioecológicos e modos de vida de populações tradicionais do alto rio Tapajós (Sudoeste do Pará). Para o levantamento das informações, realizou-se uma revisão da literatura sobre sistemas socioecológicos, abordagem de modos de vida e garimpo na região do Tapajós. Como resultado, foi possível compreender que ao considerar um sistema em contexto de garimpo, as mudanças provenientes das interações socioecológicas podem levar ao acúmulo de vulnerabilidades e redução da capacidade sistêmica em lidar com tendência e choques externos e

1 Este trabalho sintetiza parte das principais ideias da tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (Procam/USP).

internos. A intensificação de tais mudanças pode enfraquecer a resiliência e a capacidade adaptativa, o que pode levar o sistema a uma transição nos modos de vidas e a necessidade de desenvolver novas estratégias de adaptação ao contexto vigente.

Palavras-chave: Relações Socioecológicas; Atividade Garimpeira; Modos de Vida.

1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm vivenciado um expressivo aumento da apropriação dos recursos naturais para atender à demanda econômica global (Chapin *et al.*, 2009). A exploração do ecossistema tem contribuído de maneira significativa para alterá-lo de modo mais rápido e intenso do que em qualquer outro período comparável da história.

Dentre as atividades econômicas baseadas na extração de recursos, destaca-se a atividade de mineração, na qual a matéria-prima extraída tem papel fundamental para o desenvolvimento de diversos setores da economia mundial. Além de que milhares de pessoas dependem desta atividade para exercer seus modos de vida. Contudo, a mineração é uma atividade que também se relaciona a efeitos negativos na estabilidade econômica de longo prazo, no bem-estar social, na saúde e no meio ambiente (Horsley *et al.*, 2015; Hilson, 2016; Instituto Escolhas, 2023).

Em termos de tipologia, pode-se considerar a existência de duas categorias de mineração: (i) uma com perfil industrial e operação em larga escala, que envolve mão de obra complexa e hierarquizada. E (ii) outra desenvolvida de forma artesanal ou semimecanizada, em pequena e/ou média escala, por pequenos grupos de trabalhadores ou cooperativas (Cahéter, 1995; Dorner *et al.*, 2012; Schuber, 2013; Verbrugge, 2014).

A segunda categoria de mineração é o “*driver*” de estudo deste trabalho, com recorte para a atividade garimpeira de ouro (ou garimpagem) desenvolvida secularmente na Amazônia brasileira, em que as primeiras explorações auríferas datam do período colonial (Veiga *et al.*, 2002).

Embora seja uma atividade secularmente desenvolvida, a expansão de pontos de garimpo – local onde a extração mineral ocorre – tem crescido de modo exponencial na última década do século XXI (Mapbiomas, 2021). Segundo informações geoespaciais sobre a Amazônia brasileira, há neste bioma cerca de 51.890 zonas de mineração, deste total, 453 pontos de garimpos ilegais afetam terras indígenas e unidades de conservação (Raisg, 2018).

De acordo com a legislação brasileira, considera-se garimpagem a atividade de extração de substância minerais garimpáveis, executadas em áreas estabelecidas para este fim e que pode ser exercida por pessoa garimpeira e/ou cooperativa de garimpeiros, que funcione com autorização de empresa de mineração, sob o regime de permissão de lavra garimpeira (Brasil, 1989).

A garimpagem é caracterizada – segundo o código de Minas de 1940 e seu Decreto-Lei nº 1.985/1940 – pela “forma de lavra rudimentar e maquinário simples”; “natureza dos depósitos” de aluvião, “pelo sistema social e econômico de produção” e pelo tipo de maquinário (MPF, 2020; Molina; Wanderley, 2021).

Entretanto, diferente do que caracteriza a legislação brasileira, o garimpo de ouro desenvolvido na Amazônia é composto por uma complexidade de características em termos de tecnologias e modos de produção, que impactam de diferentes formas o sistema socioecológico em que atua (Silva, 2023).

A operação dos garimpos por maquinários industrializados e em uma escala que se aproxima da mineração industrial vem crescendo nas últimas décadas (Instituto Escolhas, 2023). Além disso, o novo modo de “garimpar” difere daquele retrato em estudos realizados nas décadas de 1980 e 1990 (Gaspar, 1990; Cleary, 1992). Atualmente, no ambiente de garimpo tem predominado o perfil empresarial, com grande detenção de capital financeiro; de equipamentos caros e diversificação de rede logística e articulação política (Molina; Wanderley, 2021; Instituto Escolhas, 2023; Silva, 2023).

Além das características de produção, a atividade garimpeira é relacionada a diversos impactos socioambientais como a intensificação de conflitos sociais e disputa por territórios tradicionais para o desenvolvimento desta atividade (Theije; Salman, 2018; Fábio, 2022; Molina; Wanderley, 2021). Somado a isto, o uso do mercúrio para separar as impurezas do ouro tem sido associado à maior exposição de níveis de mercúrio no organismo de povos indígenas, provocando efeitos deletérios na saúde desta população (Basta; Hacon, 2020).

Contudo, há uma lacuna em compreender como os diferentes tipos de garimpo que operam na Amazônia transformam os sistemas socioecológicos e os modos de vida de povos da floresta, que habitam e manejam regiões com grande biodiversidade, mas que sofrem ameaças e degradação do seu ambiente devido à presença da atividade garimpeira (Vega *et al.*, 2022).

Sabe-se que a maior mecanização desta atividade tem sido relacionada às mudanças de uso de terras rurais e à redução da prática de atividades tradicionais para subsistência (Theije; Salman, 2018). Porém, faz necessário investigar como as mudanças ocorridas no garimpo estão relacionadas às mudanças nos sistemas socioecológicos e nos modos de vida de povos da floresta que compõe esses sistemas. O objetivo deste estudo é relacionar tais mudanças com as alterações dos sistemas socioecológicos e modos de vida de populações tradicionais do alto rio Tapajós (Sudoeste do Pará).

O recorte nesta região se dá pelo seu próprio processo histórico relacionado ao garimpo e às modificações que esta atividade vem gerando neste ambiente, em decorrência da sua expansão nas últimas décadas (Molina; Wanderley, 2021; Silva; Utsunomiya; Moretto, 2021).

Para a realização deste estudo, foi realizada uma abordagem metodológica baseada na revisão de literatura sobre os temas de sistemas socioecológicos, modos de vida; e sobre a história e transformação do garimpo de ouro na bacia do rio Tapajós. A relação entre as abordagens e o problema de pesquisa lançam luz sobre a investigação dos efeitos das atividades extrativas desenvolvidas na Amazônia nos modos de vida de povos indígenas e comunidades tradicionais da Amazônia.

2. A ATIVIDADE GARIMPEIRA NA REGIÃO DO TAPAJÓS

A bacia do Tapajós, formada por rios pedregulhosos, de águas claras e florestas densas, nasce no bioma cerrado e deságua no rio Amazonas, o seu principal rio, Tapajós, possui uma extensão cerca de 800 km. Esta região, caracterizada por sua rica biodiversidade, está entre as oito áreas de endemismo da Amazônia (Blaser; Scoles, 2022).

Devido à sua localização geográfica privilegiada e por ser detentora de valiosos recursos minerais e florestais, a região do Tapajós é alvo de intensa disputa do poder público e de setores privados, que buscam transformar a região em um corredor de escoamento de commodities, além da implantação de projetos hidrelétricos, de portos e ferrovia para escoamento de grãos de soja (Puga, 2022; Millikan et al., 2025).

Além da pressão e conflitos ocasionados por atividades de uso da terra, a região do Tapajós possui um histórico de exploração aurífera desde o período colonial. A busca por ouro motivou a primeira navegação não-indígena completa pelo rio Tapajós (Rocha; Torres; Moreira, 2021). Contudo, a exploração aurífera em sua forma mais expressiva no vale do Tapajós só ocorreu no final da década de 1950.

Nos anos 50 e 60, a atividade garimpeira no Tapajós tinha um caráter complementar a outras atividades de subsistência, a exemplo da agricultura, da pesca e da extração de látex. A atividade aurífera era exercida por seringueiros, indígenas, trabalhadores urbanos e, em menor quantidade, por pessoas de outras regiões do Brasil (Gaspar, 1990; Rodrigues, 2017). Os equipamentos utilizados na atividade garimpeira das décadas de 1950 e 1960, caracterizavam a atividade como essencialmente artesanal.

Nas décadas de 1970 e 1980, o processo de mecanização do garimpo começa a ganhar força, mudando a organização social e o seu modo de produção (Molina; Wanderley, 2021). Mesmo com a presença de garimpo manual, este é um período marcado pela mecanização da produção aurífera (Wanderley, 2015).

A partir dessas décadas, as três principais formas de extração de ouro se davam por meio de balsa, moinho e desmonte hidráulico. Vale destacar que a balsa (ou balsinha como é conhecida localmente), maquinaria montada em um flutuador (Cleary, 1992), foi pioneira no rio Tapajós e permitiu a extração de ouro no leito de rios e não apenas em córregos (Mathis, 1995). Até os dias atuais é possível encontrar inúmeras balsinhas operando no leito do rio Tapajós (Silva, 2023).

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pela corrida do ouro e pelo início da mecanização de sua exploração (Wanderley, 2015). Neste período, o vale do Tapajós recebeu grande fluxo migratório em decorrência da atividade garimpeira. E no início dos anos 80, as zonas garimpeiras dessa região, juntamente com as do Sudeste do estado do Pará, representavam mais de 70% da extração aurífera dos garimpos da Amazônia (Wanderley, 2015, p. 93).

Na década de 1990, três elementos principais moldaram a trajetória da exploração aurífera nesse período: retração econômica, redução do preço internacional do ouro e a baixa produtividade das jazidas de ouro em solo aluvionar. Neste contexto, donos de garimpo se viram na necessidade de introduzir maquinários mais industrializados para aumentar a produção aurífera e para compensar as perdas financeiras (Rettberg; Ortiz-Riomalo, 2016).

Já nos anos 2000, sobretudo a partir de 2008, a atividade garimpeira passa a ser novamente estimulada, entre outros fatores, pelo abrupto aumento do preço do ouro e pela transição tecnológica com uso de maquinários mais industrializados, que contribuiu para aumentar a escala de produção.

Para extrair ouro de ambientes de terra firme, intensificou-se o uso de escavadeiras hidráulicas (conhecidas na região como PCs) (Torres, 2016; Wanderley, 2015). Enquanto nos ambientes aquáticos, o uso de dragas escariantes, embarcações que possuem maior elevação da potência dos motores de sucção e tubulações com diâmetro de maior polegada; ganharam destaque na perfuração do leito do rio para extração de ouro em profundidade inalcançável pelas balsinhas (Lima, 2005; Wanderley, 2015).

Para além da intensificação de maquinários mais industrializados e, portanto, aumento da mecanização, a expansão do garimpo na Amazônia, e em especial na região do Tapajós, é caracterizada por mudanças nas relações de trabalho, predominando uma relação patronal e divisão da produção mais hierarquizada (Silva, 2023).

Em termos socioecológicos, essas mudanças estão relacionadas ao aumento do desmatamento em áreas protegidas, à intensificação de conflitos por território tradicional, contaminação por mercúrio; comprometimento das atividades tradicionais de subsistência; escassez de pescado, insegurança alimentar e outras alterações de modos de vida (Basta; Hacon, 2020; Molina; Wanderley, 2021; Mapbiomas, 2022; Vasconcelos *et al.*, 2022; Cedla, 2023; Silva, 2023).

Diante do problema de pesquisa apresentado, este trabalho discute, a seguir, a abordagem teórica de sistemas socioecológicos e sua aplicabilidade para compreender as mudanças no sistema estudado.

3. CONCEITO E DINÂMICA DOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Entende-se por sistemas socioecológicos (SSEs) sistemas adaptativos complexos formados por componentes sociais e ecológicos, que estão constantemente interagindo

e se reorganizando em diferentes escalas de espaço e tempo, causando mudanças que resultam da interação homem-natureza (Berkes *et al.*, 2003; Martín-López, González, Vilardy, 2012; Biggs *et al.*, 2021).

A abordagem de SSEs foi desenvolvida na década de 1990 e surge da necessidade de estudar a gestão dos bens comuns dentro dos limites do planeta Terra (Costanza, 1991; Ostrom *et al.*, 1999; Berkes; Folke, 1998; Biggs *et al.*, 2021). Esta abordagem parte do entendimento de que os recursos naturais são bens finitos e de que as atividades antrópicas devem ocorrer respeitando os limites biofísicos e buscando futuros mais justos e sustentáveis para a humanidade e o planeta (Folke *et al.*, 2011; Biggs *et al.*, 2012; Preiser *et al.*, 2018).

A partir dos anos 90, houve um grande reconhecimento na ciência interdisciplinar de que o ambiente deve ser estudado como SSEs, por conta da natureza interligada e interdependente que existe entre os sistemas sociais e ecológicos (Collins *et al.*, 2010). Isto leva a entender que SSEs não são a soma de dois sistemas (biofísico e social), mas que a sua unidade de análise está nas relações entre os elementos desses sistemas que levam a comportamentos que não são predeterminados (Preiser *et al.*, 2018).

Um das características dos SSEs são as fortes conexões e *feedbacks* dentro e entre os sistemas sociais e ecológicos, os quais produzem comportamentos e características que determinam a dinâmica de funcionamento não linear dos sistemas complexos (Walker; Salt, 2006; Biggs; Schlüter; Schoon, 2015). A não linearidade dos SSEs está associada a graus de incerteza em relação à trajetória que os sistemas tomariam em função de suas dinâmicas internas e de fatores externos a eles (Berkes *et al.*, 2003; Folke, 2006). E é resultado de processos de *feedback* positivo que ocorre no sistema (Buschbacher, 2014).

De acordo com Preiser *et al.* (2018), seis princípios definem os SSEs como sistemas adaptativos complexos: (1) SSEs são construídos a partir de relações entre seus componentes; (2) SSEs possuem capacidade adaptativa, (3) as interações dentro de um SSE são dinâmicas e não lineares; (4) são sistemas abertos, permitindo troca de energia e matéria dentro e fora do sistema; (5) são dependentes do contexto em que se encontram. E (6) SSEs são caracterizados pela causalidade e efeito complexos, ou seja, causa e efeito em sistemas adaptativos complexos não são unidirecionais ou lineares.

Dentro deste contexto de SSEs, a resiliência é uma propriedade emergente do sistema que dá a este a capacidade de absorver distúrbios, se reorganizar enquanto está em mudança e de se adaptar, mas, ainda assim, manter sua identidade, estrutura e funções (Walker *et al.*, 2004; Folke *et al.*, 2010). A resiliência resulta dos *feedbacks* entre os componentes sociais e ecológicos.

Outra propriedade emergente da abordagem de SSEs é a capacidade adaptativa, que diz respeito à capacidade do componente social - por meio de suas ações - de aprender, combinando experiência e conhecimento para se ajustar as respostas a fa-

tores de mudanças internas e externas e, assim, gerir resiliência em um SSE (Walker *et al.*, 2004; Carpenter; Brock, 2008; Folke *et al.*, 2010).

O componente social do SSE tem a função de influenciar na trajetória do sistema, de forma intencional ou não. Com isso, determina-se a capacidade adaptativa dos modos de vida para se adaptar e evitar, com sucesso, um sistema socioecológico indesejável (Berkes *et al.*, 2003; Walker *et al.*, 2006; Carpenter; Brock, 2008).

4. MODOS DE VIDA E MUDANÇAS NO GARIMPO DO TAPAJÓS

Compreende-se modos de vida como as capacidades, os ativos (reservas, recursos, demandas e acesso) e as atividades necessárias para um meio de vida lidar com tensões, crises e vulnerabilidades e a partir de então desenvolver estratégias para aumentar a sua resiliência diante de um contexto de adversidades (Chambers, 1995; DFID, 1999).

Modos de vida são formados por dimensões material e imaterial. A dimensão material pode corresponder às práticas de subsistência, ao patrimônio material e às forma de uso dos recursos, dentre outros. Enquanto dimensão imaterial está associada a cosmologias, saberes, valores, preferências e aspirações de um determinado grupo social (Roquetti; Moretto; Athayde, 2020).

A abordagem de modos de vida possibilita trabalhar com uma análise mais integrada dos estudos de casos, por meio da contribuição dos componentes sociais e ecológicos, além da inclusão de processos dinâmicos, complexos e adaptativos que mais se aproximam da realidade, em comparação com outras abordagens mais simplificadas (Dearden *et al.*, 2002; Kirzherr; Pohlner; Charles, 2016; Morse; Mcnamara; Acholo, 2009; Roquetti, 2018; Scoones, 2009).

Para analisar um problema de pesquisa sob a lente da abordagem de modos de vida faz-se necessário compreender os componentes que formam os modos de vida, o contexto em que eles se encontram, e as interações existentes entre os componentes, que influenciarão nas escolhas e estratégias para empreender modos de vida sustentáveis (Scoones, 1998).

Na literatura científica houve um crescente estudo sobre modos de vida em diversos temas, incluindo: agricultura (Carswell, 1997); gestão de recursos naturais (POUND *et al.* 2003); gestão de bacias hidrográficas (Clever; Franks, 2005), atividades de turismo e pesca comercial (Berkes; Seixas, 2005), operação de hidrelétricas (Roquetti, 2018) ou pela atividade de mineração (HORSLEY *et al.* 2015). Esses estudos buscavam analisar como esses “*drivers*” influenciavam mudanças nos modos de vida locais e no desenvolvimento de estratégias para alcançar seus objetivos.

No caso da atividade garimpeira, a influência nas mudanças de modos de vida pode ocorrer a partir do momento em que esta atividade interfere na realização das atividades tradicionais e de subsistência (Leonel, 2020). Ou quando a prática de ga-

rimpar é vista como alternativa econômica viável face ao esgotamento de outras atividades tradicionais que não podem mais ser exercidas na região (Cedla, 2023).

O garimpo tem afetado drasticamente os ativos de modos de vida de povos indígenas e comunidades tradicionais da Amazônia. A exemplo da Terra Indígena do povo Munduruku (alto Tapajós), onde a expansão da atividade foi responsável por mais de 50% do desmatamento dentro do território somente nos primeiros meses do ano de 2020 (Instituto Socioambiental, 2021). Além de contribuir para o desmatamento em terras indígenas, o garimpo também tem avançado em outras áreas protegidas como as unidades de conservação (MAPBIOMAS, 2022).

O estudo de Basta e Hacon (2020) demonstrou contaminação por altos níveis de mercúrio em peixes do rio Tapajós e no organismo dos indígenas Munduruku da TI Sayre Muybu (médio rio Tapajós). Os Munduruku e comunidades beiradeiras² desta região utilizam áreas comuns para as suas atividades de pesca e provisão de alimentos, que estão impactadas pelo garimpo.

As altas concentrações de mercúrio no rio Tapajós podem estar relacionadas à remoção dos solos, por meio do desmonte hidráulico e de maquinários pesados que liberam sedimentos com alta concentração deste elemento químico, durante a atividade garimpeira, carreando sedimentos para o Tapajós e seus afluentes (Geiser, 2018).

Comunidades beiradeiras do alto rio Tapajós relatam que a intensificação do garimpo, operado por maquinários industrializados em seu território, tem causado diversos impactos em seus modos de vida e no ecossistema ali presente (Silva; Utsunomiya; Moretto, 2021). Há evidências de que garimpo tem comprometido a navegação, os *habitats* de animais aquáticos, o uso de apetrechos de pesca e a própria reprodução cultural beiradeira no rio Tapajós (Silva, 2023).

5. MUDANÇAS NO GARIMPO E SUA RELAÇÃO COM ALTERAÇÕES NOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS E NOS MODOS DE VIDA

A região do alto Tapajós pode ser compreendida como um SSE formado por componentes social e ecológico, que estão em constante interação e se reorganizando em diferentes escalas de espaço e de tempo. Os modos de vida atuam como um conector importante entre esses componentes (BERKES; ROSS, 2016).

Peloquin e Berkers (2009) exemplificam como os modos de vida de uma população indígena do Canadá, que praticam caça de ganso, conectam-se com níveis regional e global, e como mudanças nesses níveis (e. g., mudança de *habitat* dessas aves migratórias e efeitos da mudança climática sobre a disponibilidade de alimento) afetam os

2 Beiradeiros são populações que descendem dos seringueiros e que hoje habitam, em sua grande maioria, a margem do rio (Villas-Bôas *et al.*, 2018).

hábitos alimentares desses povos caçadores, levando-os a desenvolver novas práticas mais adaptáveis ao contexto de mudança.

Em um SSE com presença de atividade garimpeira, fatores externos (e.g., crise econômica, aumento do preço do ouro no mercado internacional) e internos (e.g., flexibilização de normas para garimpagem a nível nacional, lobby pelo garimpo) são capazes de influenciar a dinâmica de mudança nesse sistema.

A mudança por qual vem passando o SSE do alto Tapajós pode ser relacionada à dinâmica de interação e comportamento que os componentes do sistema têm dentro da sua própria escala e das interações com sistemas de diferentes níveis de escalas. Este sistema veio ao longo do tempo se reorganizando e retendo “memórias” para preservar suas capacidades de modos de vida e, assim, desenvolver estratégias que permitam aumentar a sua resiliência e capacidade adaptativa diante das diferentes formas de pressões socioeconômica e política sentidas nesta região.

Contudo, a intensificação da atividade garimpeira tem contribuído para alterar significativamente os componentes social e ecológico dos SSEs, em uma velocidade sem precedente na história da garimpagem. Essas alterações podem enfraquecer *feedbacks* positivos entre os componentes do sistema e entre sistemas de diferentes escalas, bem como alterar relações de modos de vida.

A partir do momento em que esta nova forma de garimpar não se conecta com os modos de vida locais e tende a enfraquecer as relações socioecológicas existentes, torna-se imprevisível saber como o sistema socioecológico irá se reinventar e qual será a trajetória que ele seguirá para aumentar a sua resiliência e capacidade adaptativa. Torna-se também imprevisível saber como as alterações de modos de vida contribuirão para este processo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O garimpo de ouro na região do Tapajós tem passado por diferentes modos de produção e transformação tecnológica. Essas mudanças em direção à maior industrialização e ao aumento da escala de extração aurífera, têm resultado em impactos socioecológicos sem precedentes na história da garimpagem.

Para compreender como esses impactos se relacionavam com alterações nos sistemas socioecológicos e nos modos de vida de populações tradicionais do alto rio Tapajós, este trabalho fez uso das abordagens de SSEs e modos de vida, que traz uma visão integradora e focada nas relações entre os componentes sociais e ecológico de um sistema.

Abordagens sistêmicas são importantes para compreender as relações socioecológicas, as interações e a interdependência em diferentes escalas de espaço e tempo.

Além de considerar como fatores internos e externos podem influenciar no comportamento e em uma possível mudança de estrutura do SSE.

Diante do exposto, pode-se considerar que os impactos da intensificação do garimpo de ouro na região do Tapajós precisam ser analisados a partir de uma perspectiva sistêmica que considere o contexto maior para aquele sistema, as relações complexas e a interdependência que existe entre os seus componentes sociais e ecológicos.

As transformações provocadas pela atividade garimpeira têm comprometido a resiliência e a capacidade adaptativa dos SSEs do Tapajós em uma escala sem precedente na história da garimpagem. Assim, é fundamental que políticas públicas sejam criadas, considerando as mudanças ocorridas e a complexidade das relações socioecológicas, para que deste modo se promovam alternativas econômicas sustentáveis em regiões da Amazônia impactadas pelo garimpo.

REFERÊNCIAS

- BASTA, P. C.; HACON, S. DE S. *Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia Oriental: uma abordagem integrada saúde-ambiente aspectos metodológicos e resultados preliminares*. Rio de Janeiro: 2020. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/532438>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- BERKES, F.; FOLKE, C. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998.
- BERKES, F., COLDING, J., FOLKE, C. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, 2003.
- BERKES, F.; SEIXAS, C. S. "Building resilience in lagoon socioecological system: a local-level perspective". *Ecosystems*, 8, 967-974, 2005.
- BIGGS, R. *et al.* What are social-ecological systems and social-ecological systems research? In: BIGGS, R. *et al.* *The routledge handbook of research methods for social-ecological systems*. Ed. Routledge, jul. 2021, 526 p.
- BIGGS, R.; SCHLÜTER, M.; SCHOON, M. An introduction to the resilience approach and principles to sustain ecosystem services in social-ecological systems. In: BIGGS, R.; SCHLÜTER, M.; SCHOON, M. (Orgs.). *Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2015, 1–31 p.
- BLASER, A.; COLES, R. Um mergulho nos ecossistemas da bacia do Tapajós: conhecendo a sua biodiversidade. In: ROCHA, B.C. *et al.* Tapajós sob o sol: mergulho nas características ecológicas, socioculturais e econômicas da bacia hidrográfica. *International Rivers*, 17-33, 2022.
- BRASIL. 1989. *Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989*. Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de

- matrícula, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm#:~:text=Considera%2Dse%20garimpagem%20a%20atividade,-de%20permiss%C3%A3o%20de%20lavra%20garimpeira. Acesso em: 13 abr. 2023.
- BUSCHBACHER, R. *A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível?* IPEA: Boletim Regional, Urbano e Ambiental. 2014. Disponível em: <http://www.resilience2014.org/>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- CAHETÉ, F. L. S. A extração de ouro na Amazônia e suas implicações para o meio ambiente. *Novos cadernos do NAEA*, v. 1, n. 2, 134-158, 1998.
- CARPENTER, S.R. BROCK, W. *Adaptive Capacity and Traps. Ecology and Society*, v. 13, n.2, 16p. 2008. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art40/>. Acesso em: 08 nov. 2022.
- CARSWELL, G. "Agricultural Intensification and Rural Sustainable Livelihoods". *IDS Working Paper*, 64, 1-30, 1997.
- CEDLA. *Expansión minera: sus transformaciones y desigualdades. Amazonia en la mira* (Centro de Estudios para el Desarrollo laboral y agrario), 1, 3, 4p. 2023.
- CHAPIN, S.F.; FOLKE, C.; KOFINAS, G. A framework for understanding change. In: CHAPIN, S.F. et al. *Principles of ecosystem stewardship. Resilience-based natural resource management in a changing world*. Springer, 2009.
- CHAMBERS, R. Poverty and livelihoods: whose reality counts? *Environment and Urbanization*, v. 7, n. 1, 1995.
- CLEAVER, F., FRANKS, T. Institutions Elude Design: River Basin Management and Sustainable Livelihoods. *Alternative Water Forum*, Bradford (UK), p. 1-21, 2005.
- CLEARY, D. *A garimpagem do ouro na Amazônia: uma abordagem antropológica*. 1 ed. Rio de Janeiro: Divisão gráfica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p. 237
- COLLINS, S. L. et al. An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 9, n. 6, p. 351-357, 2011.
- COSTANZA, R. *Ecological economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.
- DEARDEN, P. et al. *Sustainable Livelihood Approaches – From the Framework to the Field. Supporting Livelihoods - Evolving Institutions*. [s.l.] University of Bradford, 2002.
- DORNER, U. et al. Artisanal and Small-Scale Mining (ASM). *Polinares*, 19, 8p., 2012.
- DFID, D. FOR I. D. *Sustainable livelihoods guidance sheets*. 1.ed. London: UK DFID Department for International Development, 1999.
- FÁBIO, A. C. *Reinvenção do garimpo no Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Mórula, 2022.
- FOLKE, C. "Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses". *Global Environmental Change*, 16, 253-267, 2006.
- FOLKE, C. et al. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 30, p. 441-473, 2005.

- FOLKE, C. *et al.* Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, v. 15, n.4, 2010.
- FOLKE, C. *et al.* WESTLEY. 2011. Reconnecting to the biosphere. *Ambio*, 40, 7, 719-738, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-011-0184-y>. Acesso em: jun. de 2018.
- GASPAR, E. S. Os “bamburrados” do Tapajós. Dissertação (mestrado em Economia). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1990.
- GEISER, G. C. LAUDO Nº 091/2018 – UTEC/DPF/SNM/PA – Laudo de Perícia Criminal Federal (Meio Ambiente). Santarém: MPF, 2018.
- HORSLEY, J. *et al.* Sustainable livelihoods and indicators for regional development in mining economies. *The Extractive Industries and Society*, 2, 368-380, 2015.
- HILSON, G. Farming, small-scale mining and rural livelihoods in Sub-Saharan Africa: A critical overview. *The Extractive Industries and Society*, 3, 547–563, 2016.
- INSTITUTO ESCOLHAS. Caracterização da economia do garimpo na Amazônia. Relatório Técnico. São Paulo, 2023. 50p.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Garimpo ilegal avança sobre áreas protegidas, contamina ambiente e interrompe vidas na Amazônia. 2021. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-monitoramento/garimpoilegal-avanca-sobre-areas-protegidas-contamina-ambiente-e-interrompe-vidasna-amazonia>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- KIRCHHERR, J.; POHLNER, H.; CHARLES, K. J. Cleaning up the big muddy: A meta-synthesis of the research on the social impact of dams. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 60, p. 115–125, 1 set. 2016.
- LEONEL, M. *A morte social dos rios: conflito, natureza e cultura na Amazônia*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2020.
- LIMA, A. P. DE S. *Avaliação do impacto de uma atividade garimpeira no município de Cachoeira do Piriá, estado do Pará*. Tese (Doutorado em Ciências - Tecnologia Nuclear). São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2005.
- MAPBIOMAS, P. *a expansão da mineração e do garimpo no Brasil nos últimos 36 anos*. 2021. Disponível em: https://mapbiomas-brsite.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_1.pdf. Acesso em: 31 ago. 2021.
- MAPBIOMAS, P. *Destaques do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra entre 1985 a 2021*. 2022. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomass_Cole%C3%A7%C3%A3o7_2022_10.10.pdf. Acesso em: 28 fev. 2023.
- MARTÍN-LÓPEZ, B. *et al.* Ciencias de la Sostenibilidad Guía Docente. Bogotá: Universidad e Magdalena, Instituto Humbolt, Universidad Autónoma de Madrid, 2012.
- MATHIS, A. Garimpagem de ouro na Amazônia (Paper 036). *Papers do NAEA*, v. 1, n. 1, 3 fev. 1995.
- MILLIKAN, B. *et al.* *Parecer técnico: atualização do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da Ferrogrão (EF-170) sob a ótica da governança territorial*. 2025.

- Disponível em: <https://gt-infra.org.br/parecer-aponta-falhas-na-analise-de-viabilidade-tecnica-da-ferrograo-e-questiona-impactos-socioambientais/>. Acesso em: 30 mar. 2025
- MOLINA, L.; WANDERLEY, L. JARDIM. *O cerco do ouro: garimpo ilegal, destruição e luta em terras Munduruku*. Brasília: Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração, v. 1, 2021.
- MORSE, S.; MCNAMARA, N.; ACHOLO, M. Sustainable Livelihood Approach: A critical analysis of theory and practice. *Geographical Paper*, n. 189, p. 1–67, 2009.
- MPF. *Mineração ilegal de ouro na Amazonia: marcos jurídicos e questões controversas*. Brasília: MPF, 2020a. Disponível em: <http://bibliotecadigital.mpf.mp.br/bdmpf/handle/11549/204922>. Acesso em: 8 jan. 2021.
- OSTROM, E. *et al.* Revisiting the commons: Local Lessons, Global Challenges. *Science* 284, 278 (1999).
- PELOQUIN, C., BERKES, F. *Local knowledge, subsistence harvests, and social–ecological complexity in James Bay*. *Hum Ecol*, 37, 533–545, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10745-009-9255-0>
- POUND, B. *et alii.* “Managing natural resources for sustainable livelihoods: uniting science and participation”. Earthscan, London, 2003.
- PUGA, B. P. Ameaças e conflitos na bacia do Tapajós. In: ROCHA, B.C. *et al.* Tapajós sob o sol: Mergulho nas características ecológicas, socioculturais e econômicas da bacia hidrográfica. *International Rivers*, 92- 101, 2022.
- PREISER, R. *et al.* Social-ecological systems as complex adaptive systems: Organizing principles for advancing research methods and approaches. *Ecology and Society*, v. 23, n. 4, 1 dez. 2018.
- RAISG. *Amazônia brasileira abriga 453 garimpos ilegais*. 2018. Disponível em: <https://www.raisg.org/pt-br/2018/12/10/>. Acesso em: 22 mai. 2020.
- RETTBERG, A.; ORTIZ-RIOMALO, J. F. Golden opportunity, or a new twist on the resource-conflict relationship: links between the drug trade and illegal gold mining in Colombia. *World Development*, 2016.
- ROCHA, B. C.; TORRES, M.; MOREIRA, F. Histórias entrelaçadas: indígenas, beiradeiros e colonos acima das cachoeiras do Tapajós. In: COLARES, P. M.; CARNEIRO, D. S.; CALIXTO, H. R. S. (Eds.). *Políticas, concepções e práticas de ação afirmativa: reflexões a partir de uma universidade Amazônica*. Brasília: Rosivan Diagramação & Artes Gráficas, 208p. 2021.
- RODRIGUES, F. S. *Garimpagem e mineração no norte do Brasil*. 1. ed. Manaus: EDUA, 2017.
- ROQUETTI, D. R. *Mudam as pessoas, mudam os lugares: transformações ambientais e nos modos de vida de populações deslocadas por barragens*. 2018. 282f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

- ROQUETTI, D. R.; MORETTO, E. M.; ATHAYDE, S. F. Deslocamento populacional, deslocamento de modos de vida e impactos ambientais. Em: *A ciência e os temas emergentes em ambiente e sociedade*. São Paulo: IEE/Procam/USP, 2020.
- SCHUBER, E. S. M. *Influência da atividade garimpeira na dinâmica urbana das cidades amazônicas: o caso de Itaituba-PA*. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Belém: Universidade Federal do Pará - UFPA, 2013.
- SCOONES, I. Livelihoods perspectives and rural development. *Journal of Peasant Studies*, 2009.
- SILVA, L. S. C. E; UTSUNOMIYA, R.; MORETTO, E. M. *Percepções dos impactos do garimpo nos modos de vida dos povos beiradeiros do rio Tapajós*. X Encontro Nacional da ANPPAS. *Anais...Campinas: ENANPPAS*, 2021.
- SILVA, L. S. C. *Mudanças no garimpo e nos modos de vida dos beiradeiros do alto Tapajós*. Tese (Doutorado em Ciências) – São Paulo: Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.
- SPERANZA, C. I.; WIESMANN, U.; RIST, S. An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics. *Global Environmental Change*, v. 28, n. 1, p. 109–119, 1 set. 2014.
- THEIJE, M.; SALMAN, T. “Conflicts in marginal locations: small-scale gold-mining”. In: LAHIRI-DUTT, K. *Between the plough and the pick: informal, artisanal and Small-scale mining in the contemporary world*. Austrália: Anu press, 2018, 261-274.
- TORRES, M. Um rio de muita gente: a luta comum de vidas plurais no vale do alto Tapajós. In: ALARCON, D. F.; MILLIKAN, B.; TORRES, M. (Eds.). *Ocekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós*. 1. ed. Brasília: International Rivers Brasil, 2016. p. 1–576.
- VASCONCELLOS, A. C. S. *et al. Avaliação de risco à saúde atribuível ao consumo de pescado contaminado por metilmercúrio na bacia do Rio Branco, Roraima, Amazônia, Brasil*. 2022. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/assets/anexos/ff51a29762190d78a-7da62fa06d2751e.PDF>. Acesso em: 14 out. 2022.
- VEGA, A. *et al.* Those who live like us: Autodemarcations and the co-becoming of Indigenous and beiradeiros on the Upper Tapajós River, Brazilian Amazonia. *Geoforum*, v. 129, p. 39–48, 1 fev. 2022a.
- VEIGA, M. M. D. *et al.* O garimpo de ouro na Amazônia: aspectos tecnológicos, ambientais e sociais. In: *Extração de ouro: princípios, tecnologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002. p. 277-305.
- VERBRUGGE, B. Capital interests: a historical analysis of the transformation of small-scale gold mining in Compostela Valley province, Southern Philippines. *Extractive Industries and Society*. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2014.01.004>.
- VILLAS-BÔAS, A. *et al.* The extractive reserves of terra do meio: an experience of alternative development for the Amazon. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 48, p. 214–235, 1 nov. 2018.

- WALKER, B. *et al.* A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2006.
- WALKER, B. *et al.* *Resilience, adaptability and transformability in social-ecological*, 2004.
- WALKER, B.; SALT, D. “*Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*”. Washington: Island Press, 2006, 174 pp.
- WANDERLEY, L. J. DE M. *Geografia do ouro na Amazônia brasileira: uma análise a partir da porção meridional*. Tese (Doutorado em Ciências - Geografia) — Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

IV – SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS,
PLANEJAMENTO E SOLUÇÕES
BASEADAS NA NATUREZA

