

POLICY BRIEF

UMA NOVA INFRAESTRUTURA PARA A AMAZÔNIA

Roberto Schaeffer*, Roxana Barrantes*, Aldebaro Klautau, Alfonso Malky, Ana Carolina Oliveira Fiorini, Ana María Durán Calisto, Antonio Abelem, Cynthia Simmons, Larissa Chermont, Marcos Okamura, Marliz Arteaga, Oriana Lucía Heredia Flores, Ricardo Delgado, Rafael Soria | *Co-autores líderes

MENSAGENS-CHAVE

(i) A infraestrutura na Amazônia tem priorizado o desenvolvimento nacional e outros interesses, geralmente voltados para atividades extrativistas (mineração, energia, agricultura/pecuária) e políticas industriais nacionais (como, por exemplo, a Zona Franca de Manaus), em lugar das necessidades das populações locais ou questões ambientais, como a manutenção e proteção da grande diversidade de ecossistemas terrestres e aquáticos, o que acaba resultando em um processo de desenvolvimento insustentável e de baixa qualidade.

(ii) É necessário um novo paradigma para adaptar a infraestrutura existente, visando o planejamento e a construção de uma nova infraestrutura, nacional e regionalmente. Esse novo paradigma deve se basear no conceito de uma configuração espacial e considerar as soluções baseadas na natureza e o conhecimento dos povos Indígenas e das comunidades locais. A infraestrutura de transporte existente aumentou o desmatamento na região. Por isso, é fundamental que qualquer investimento em transporte seja acompanhado de uma forte regulamentação e fiscalização para evitar novas perdas florestais. Um sistema de transporte mais eficiente considera todas as opções de transporte (aquático, aéreo, ferroviário, rodoviário) de maneira integrada. No caso da Amazônia, os transportes hidroviário e aéreo são opções que poderiam proporcionar o deslocamento de mercadorias, pessoas e serviços com menor impacto ambiental, levando em consideração a adaptação a eventos climáticos

extremos (como, por exemplo, secas, inundações, ondas de calor e incêndios florestais).

(iii) A Amazônia exporta energia gerada por grandes usinas hidrelétricas, ao mesmo tempo em que enfrenta falhas significativas no fornecimento de energia, especialmente para as populações isoladas. Um novo modelo de desenvolvimento sustentável exige rios saudáveis e de fluxo livre, assim, grandes barragens hidrelétricas não devem ser mais construídas priorizando turbinas hidrocinéticas de pequena escala, que podem fornecer energia para áreas remotas. Da mesma forma, é fundamental garantir o acesso a uma energia barata, confiável e renovável de pequena escala para todos na região.

(iv) A água é abundante na Amazônia, mas o acesso à água potável e ao saneamento básico é limitado. Novos métodos e tecnologias que viabilizem água potável e saneamento básico são fundamentais e exigem uma abordagem integrada, que também deve incluir a implantação de soluções de gerenciamento de resíduos sólidos que incorporem o conceito de economia circular.

(v) A conectividade digital é um aspecto estratégico para integração e desenvolvimento socioeconômico, além de facilitar a inclusão social. O crescimento do setor de comunicações pode contribuir para o bem-estar de todos, reduzindo barreiras que limitam o acesso à educação e aos serviços de saúde, facilitando o desenvolvimento de novos processos, produtos e mercados inovadores na região.

RECOMENDAÇÕES

(i) A nova infraestrutura sustentável da Amazônia deve ser planejada pela e para a população amazônica, garantindo que perspectivas e realidades locais sejam ouvidas e levadas em consideração. Assim, atendendo as necessidades de uma nova sociobioeconomia com florestas em pé, rios fluindo e ecossistemas saudáveis.

(ii) A infraestrutura deve fazer parte de um plano que, ao mesmo tempo, gere riqueza, empregos e proteja o meio ambiente. As soluções para cada comunidade devem ser desenvolvidas com a população local, com a identificação das melhores práticas e exemplos positivos, além da criação de intercâmbios de conhecimento que envolvam as partes interessadas e os tomadores de decisão. Características e necessidades específicas de cada comunidade devem ser levadas em consideração, e a população local deve ser empoderada para participar do desenvolvimento de novos projetos.

(iii) Priorizar opções de transporte multimodal com baixa emissão de carbono e evitar a dependência do modal rodoviário. O uso de alternativas como o transporte fluvial e a aviação elétrica de pequeno porte pode reduzir significativamente o desmatamento, a degradação florestal e outros impactos relacionados com a construção e o uso de estradas.

(iv) As soluções energéticas para a Amazônia devem priorizar o uso dos recursos renováveis disponíveis na região, evitando opções que gerem conflitos socioambientais (como as barragens). É necessário investir na geração de energia descentralizada, possibilitando o fornecimento de energia para comunidades isoladas sem a necessidade de ampla expansão das linhas de transmissão. Para esse fim, as microrredes com uso de fontes renováveis são uma boa opção. Além disso, as soluções energéticas devem promover a substituição de combustíveis fósseis no transporte local.

(v) É fundamental melhorar, construir e manter instalações de saneamento básico em toda a região amazônica. São necessários controles adequados sobre o esgoto urbano, a poluição plástica, os agroquímicos, o mercúrio e outros metais pesados. Os governos estaduais e municipais devem priorizar o tratamento de esgoto para preservar a saúde das populações humanas e da biota aquática. As cidades de médio e grande porte devem avaliar a necessidade de reformar das estações de tratamento de água e esgoto existentes e a recuperação das estações mais importantes, enquanto as cidades pequenas e as áreas rurais podem utilizar técnicas de saneamento como alagados construídos (“wetlands”). Famílias isoladas, áreas rurais e pequenas cidades também podem usar a fitorremediação, uma opção de saneamento básico sustentável, eficaz e de baixo custo. São necessários mais estudos sobre a possibilidade de implementar essas soluções nas grandes cidades amazônicas.

(vi) É fundamental desenvolver projetos de conectividade baseados em novos modelos de negócios, como redes comunitárias, envolvendo diretamente a população local. O uso de internet via satélite e de tecnologias de telefonia móvel de quinta e sexta geração (5G/6G) para implantar redes de acesso são boas opções para a região.

(vii) É necessário criar condições favoráveis para o novo paradigma da infraestrutura, o que envolve preparar o terreno para que sua implementação seja bem-sucedida, levando em consideração fatores legais, financeiros, tecnológicos e humanos. Os pré-requisitos para implementar o novo paradigma da infraestrutura de forma eficaz incluem: um arcabouço político de apoio robusto, financiamento adequado, pesquisa e desenvolvimento, capacitação e envolvimento das partes interessadas, e fortalecimento das instituições locais e dos sistemas de governança.

A. INTRODUÇÃO

A Amazônia abriga uma grande diversidade de habitantes, incluindo cerca de 410 grupos

Indígenas e uma infinidade de comunidades ribeirinhas cujos meios de subsistência estão interligados à biodiversidade da região^{1,2}. A Amazônia também é casa de cerca de

6 milhões de pequenos agricultores e aproximadamente 28 milhões de pessoas em centros urbanos, que hoje representam pelo menos 70% da população da região³. Assim, atender às necessidades de infraestrutura dos diversos habitantes da região é um desafio, especialmente considerando as atuais falhas no fornecimento de serviços básicos para a população amazônica (como, por exemplo, água potável e saneamento básico, transporte, serviços de comunicação/digitalização⁴), e às

diversas, e muitas vezes opostas, visões de mundo sobre o desenvolvimento da região dentro da própria população amazônica⁵.

Em um esforço para maximizar o acesso à riqueza mineral e a outros produtos, expandir os mercados nacionais e internacionais e reduzir os custos de transporte, as nações e territórios amazônicos têm buscado desenvolver planos de infraestrutura coordenados para construir corredores de transporte multimodal que



RESUMO GRÁFICO: Um novo paradigma é necessário para adaptar a infraestrutura da Amazônia.

conectem os oceanos Atlântico e Pacífico, bem como a região amazônica com o restante da América do Sul e do mundo^{6,7} (Figura 1). Esses planos incluem a construção de 147 projetos hidrelétricos (além dos 160 já em construção ou em operação) para aumentar a produção de energia elétrica que dará apoio ao desenvolvimento industrial (Figura 1). Os custos socioambientais dessa infraestrutura são muito altos⁸. Por exemplo, as estradas facilitam o desmatamento, de forma que mais de 90% do desmatamento ocorre em um raio de 5,5 km das estradas existentes¹⁹; além disso, a construção de barragens gerou, em muitos casos, ilegalidade e desigualdade nas

cidades próximas devido aos trabalhadores migrantes, e violações aos direitos dos povos Indígenas e das comunidades locais (IPLCs, da sigla em inglês)^{1,10,11}. Além disso, alguns aspectos como os benefícios não econômicos proporcionados pela inovação e pelo conhecimento de povos Indígenas e comunidades locais, a biodiversidade e outros aspectos trazidos por florestas em pé e rios fluindo devem ser mais atentamente analisados, pois são potencialmente impactados pela infraestrutura¹².

No caso da Amazônia, uma região de dimensões continentais, o planejamento geralmente vem



BARRAGENS EXISTENTES E PLANEJADAS NA AMAZÔNIA

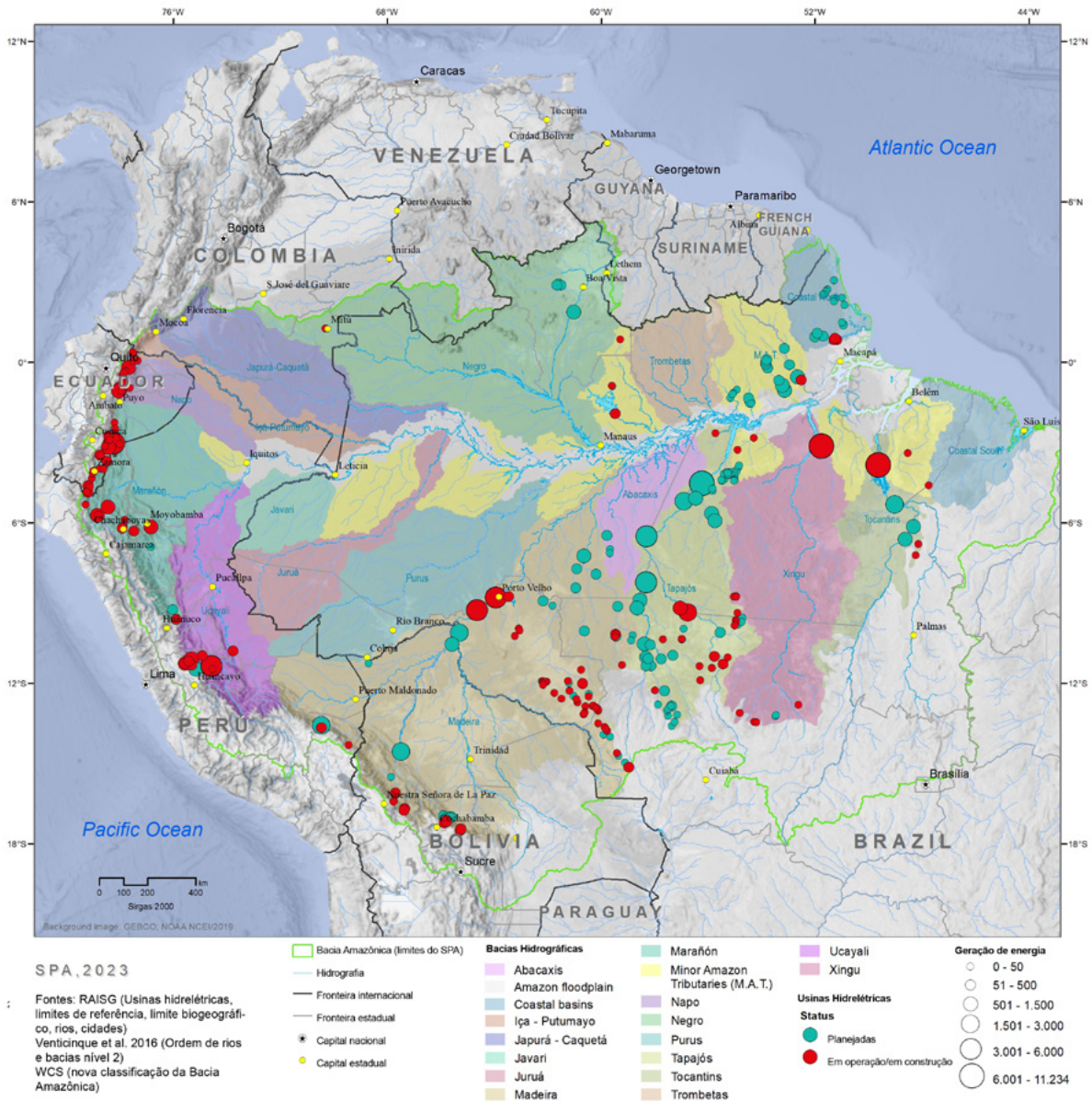


FIGURA1. Infraestrutura existente e planejada na Amazônia para (a) transporte e (b) produção de energia por usinas hidrelétricas.

de cima e os desequilíbrios de poder favorecem atores político-econômicos que exercem pressão para construir a infraestrutura que desejam, apesar de grupos sociais defenderem normas sociais e ambientais rigorosas e o direito à consultas prévias aos projetos¹³⁻²⁰. Apesar disso, a infraestrutura é determinante para o alcance de todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)²¹. Portanto, um novo paradigma é necessário para definir

uma infraestrutura sustentável e resiliente para a região.

O novo paradigma da infraestrutura deve considerar os seis princípios¹ propostos pelos países do G20 que orientam os investimentos

¹Princípios: "Maximizar o impacto positivo da infraestrutura para alcançar o crescimento e o desenvolvimento sustentáveis; aumentar a eficiência econômica tendo em vista o custo do ciclo de vida; integrar questões ambientais na infraestrutura; criar resiliência contra desastres naturais; incorporar questões sociais no investimento em infraestrutura; fortalecer a governança da infraestrutura".

em infraestrutura de qualidade visando promover o desenvolvimento verde, resiliente e inclusivo²², bem como os 7 princípiosⁱⁱ da “Visão da Amazônia Viva” do Painel Científico para a Amazônia (SPA, da sigla em inglês)⁵. A principal preocupação deve ser identificar melhorias na conectividade e acessibilidade que possibilitem o desmatamento zero, facilitem o crescimento socioeconômico²³ e aumentem as oportunidades e perspectivas de emprego, além de melhorar o padrão de vida da população. A ciência e o conhecimento local devem ser usados para analisar a variação climática sazonal da região, e para projetar futuros potenciais da Amazônia em função das mudanças climáticas globais²⁴ e da variedade de portfólios de investimentos em infraestrutura verde^{25,26}. Os desastres naturais podem interromper o uso da infraestrutura, impactando de maneira negativa a competitividade da região, fato esse que destaca a importância de criar resiliência para combater condições adversas. Além disso, o processo de planejamento e implementação da infraestrutura na Amazônia deve seguir um modelo mais inclusivo, horizontal e democrático. Essa nova abordagem tem como objetivo envolver ativamente todas as partes interessadas, abrangendo as várias realidades

ⁱⁱ Princípios: “1. A Amazônia é um sistema geodiverso e biodiverso que deve ser valorizado, respeitado e protegido. 2. As funções dos ecossistemas amazônicos proporcionam benefícios em várias escalas. 3. O uso dos recursos naturais da Amazônia e de seus ecossistemas deve respaldar os processos ecológicos, as funções e os meios de subsistência diante de uma crise climática e de possíveis pontos de desequilíbrio. 4. As áreas urbanas e rurais da Amazônia devem funcionar como sistemas produtivos integrados que oportunizem e sustentem vários benefícios socioeconômicos e ecológicos. 5. A governança amazônica deve incluir processos participativos que gerem engajamento das diferentes partes interessadas, em várias escalas, para o bem-estar geral. 6. A Amazônia abriga diversos sistemas de conhecimento experiencial e culturas que resultam da conexão entre as pessoas e a natureza, ou diversidade biocultural, que devem ser valorizados, reconhecidos e protegidos. 7. O reconhecimento dos direitos dos povos Indígenas, dos afrodescendentes e de outras comunidades locais, além da garantia de acesso à justiça, são aspectos fundamentais para promover o bem-estar de todos.”

da região, com ênfase especial no envolvimento dos IPLCs. Além disso, uma infraestrutura ambiental e socialmente sólida poderia se tornar um catalisador para o bem-estar das populações amazônicas e para a proteção dos recursos da região²⁷.

Este *Policy Brief* se concentra em transporte, energia, água potável, saneamento básico e infraestrutura digital. Embora se reconheça a natureza inseparável da infraestrutura com governança e financiamento, os dois últimos tópicos não serão tratados de maneira detalhada neste documento.

B. SOLUÇÕES DE INFRAESTRUTURA INCLUSIVA

1. Transporte

Uma rede de transporte eficiente é fundamental para o desenvolvimento econômico de todas as nações. Um sistema integrado de estradas, ferrovias, hidrovias, portos e aeroportos é o que permite um fluxo normal de pessoas, mercadorias e serviços, reduzindo os custos de transporte e expandindo o mercado. Além disso, facilita o acesso a oportunidades de emprego, educação e saúde, e promove a cooperação e a troca de ideias, ajudando a disseminar soluções dentro das comunidades e entre elas. Sistemas logísticos inadequados dificultam o bom funcionamento das operações, levando a um aumento dos custos operacionais, o que pode diminuir a vantagem competitiva da região. O desafio de transportar pessoas e produtos de forma eficiente é amplamente reconhecido como uma grande barreira para o desenvolvimento da economia regional da Amazônia²⁸⁻³⁰.

As estradas da Amazônia estão profundamente ligadas ao desmatamento^{8,9}; portanto, dar prioridade a meios de transporte alternativos poderia proporcionar a conectividade desejada com menos impactos ambientais. As estradas, sejam elas legais ou ilegais, facilitam o acesso de especuladores de terras e o uso de máquinas para mineração e extração (ilegal) de madeira, resultando até mesmo em invasões de áreas protegidas e territórios dos IPLCs, muitas vezes terminando em disputas de terras e conflitos sociais^{8,31}. Um processo de tomada de decisão mais bem informado, que considera retornos econômicos positivos e impactos negativos relativamente pequenos, resultaria na construção de muito menos estradas, em locais cuidadosamente escolhidos, evitando assim áreas sensíveis do ponto de vista social e ambiental²⁸. Mesmo nesses casos, a construção de estradas deve vir acompanhada de uma maior fiscalização e da participação das partes interessadas locais. A redução da dependência da malha rodoviária na Amazônia é de suma importância para salvaguardar a biodiversidade e proteger os territórios dos IPLCs, respeitando seus costumes e suas heranças culturais^{9,32,33}.

No caso das ferrovias, embora seja uma opção menos prejudicial ao meio ambiente em comparação às rodovias, elas também geram desmatamento e impactos socioambientais diretos e indiretos^{8,34,35}. As ferrovias são vantajosas para o transporte de grandes volumes de mercadorias por longas distâncias³⁶. Assim, as ferrovias da região são planejadas principalmente para a exportação de carga³⁷⁻³⁹, pois não se justifica o transporte de passageiros em áreas de baixa densidade populacional. Portanto, é importante entender quem se beneficia com a construção de ferrovias na Amazônia. Espera-se que os custos de transporte mais baixos destas ferrovias

contribuam para que pastagens passem a ser plantações de soja, possivelmente causando desmatamento^{8,40,41}. Assim como no caso das rodovias, a expansão da malha ferroviária normalmente não se justifica se forem considerados os impactos socioambientais. Entretanto, as ferrovias existentes devem ser mantidas para evitar a expansão de estradas em trajetos muito próximos, como aconteceu no estado brasileiro do Amapá⁴².

A região amazônica tem uma malha hidroviária complexa e extensa. As populações amazônicas prosperaram ao longo dos rios durante muito tempo, usando-os como meio de transporte^{43,44}. Essa rede é intensamente usada atualmente e planos para utilizar os rios como a principal opção de transporte têm sido apresentados como estratégia de desenvolvimento há décadas^{45,46}. Embora o transporte fluvial possa ter impactos graves sobre os ecossistemas aquáticos⁴⁷, ele apresenta a maior eficiência por tonelada transportada⁴⁸. No entanto, são necessárias melhorias na infraestrutura de navegação para aumentar a eficiência e a segurança do transporte fluvial^{49,50}. Além disso, é necessário realizar investimentos para garantir a navegação durante todo o ano e melhorar sua eficiência, já que a estação seca pode ameaçar a navegabilidade, especialmente em anos de El Niño forte, além de restringir o fluxo de pessoas, bens e serviços^{24,51}. Durante os anos de 1998, 2005, 2010, 2015/2016 e 2023/2024, a Amazônia foi severamente impactada por secas sem precedentes e pelo aumento das temperaturas, agravando as vulnerabilidades causadas pelos efeitos combinados das mudanças antropogênicas no uso da terra e no clima⁵². O prognóstico antecipado dos níveis de água pode aumentar a eficiência do transporte hidroviário ao ajudar na escolhas de embarcações que possam manter condições de

navegabilidade⁵³. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas visando desenvolver veículos limpos e de vários tamanhos que se adaptem a diferentes hidrovias, especialmente quando existe previsão da frequência e severidade das estações secas devido às mudanças climáticas.

A aviação de pequeno porte poderia complementar o transporte fluvial na região amazônica. Considerando as longas distâncias, a baixa densidade populacional e as diversas condições climáticas regionais, o transporte aéreo pode desempenhar um papel fundamental. Esse modal conecta as regiões amazônicas entre si e com o resto do mundo, transportando pessoas e cargas de alto valor agregado. Aeronaves de pequeno porte, como os aviões monomotores, abastecem as comunidades remotas com bens e suprimentos essenciais⁵⁴. Embora os custos operacionais possam ser altos, esse modal oferece a possibilidade de acessar locais remotos da Amazônia⁵⁵. Os hidroaviões podem usar a infraestrutura de transporte fluvial existente, trazendo vantagens financeiras e sem necessidade de vultuosos investimentos em infraestrutura aeroportuária. Os hidroaviões são usados atualmente na região, mas a expansão de seu uso poderia criar oportunidades econômicas e melhorar o acesso a serviços essenciais para pessoas que vivem em áreas remotas⁵⁶.

2. Energia para Todos

Existe um paradoxo na Amazônia, pois, embora se produza energia gerada por grandes usinas hidrelétricas (Figura 1), que, em geral, é exportada para outras regiões, a Amazônia enfrenta falhas significativas no fornecimento de energia, dependendo do uso de combustíveis fósseis para o fornecimento

de energia elétrica em grande parte da região^{57,58}. Além disso, muitas pessoas não têm acesso à energia elétrica, incluindo muitos IPLCs. O acesso incerto à energia elétrica confiável prejudica o bem-estar humano e a produção local. Atividades como a pesca, o processamento de açaí, a produção de farinha de mandioca e outras cadeias de valor de produtos florestais dependem do acesso ininterrupto à energia elétrica confiável para processamento, armazenamento, transporte e manutenção da competitividade^{27,30}.

O principal desafio relacionado com a eletricidade na região amazônica tem sido garantir seu acesso universal. Mesmo quando há fornecimento de energia, esse, muitas vezes, não é suficiente para atender inteiramente à demanda local. A provisão de energia deve se basear em critérios multiobjetivos que considerem fatores como disponibilidade de energia e sua acessibilidade econômica, impactos ambientais, possíveis vínculos de produção, além de sua contribuição para a redução da pobreza⁵⁹⁻⁶¹. Na Amazônia, o fornecimento de energia elétrica pode ser dividido em três tipos, cada um apresentando seus próprios desafios: (1) sistemas interligados nacionais, (2) sistemas não interconectados mas com fornecimento de energia, gerada principalmente com diesel ou gasolina e (3) em regiões remotas e sem nenhum acesso formal à energia elétrica onde, às vezes, o fornecimento ocorre de forma independente, seja pela iniciativa coletiva dos habitantes através da aquisição de geradores a diesel ou a gasolina, seja pela instalação de painéis solares por organizações não governamentais⁶¹.

Para a expansão do sistema interligado nacional, uma opção é o uso de sistemas solares fotovoltaicos flutuantes colocados em

reservatórios já existentes ou em sistemas agrivoltaicos instalados em pastagens degradadas³⁰. Barragens de grande porte não devem mais ser construídas na Amazônia⁴⁷. A rede nacional não atende toda a Amazônia e, conseqüentemente, a geração de energia descentralizada é indicada na maioria dos casos. Para as comunidades isoladas, tanto em sistemas não interconectados quanto em regiões remotas sem nenhum acesso formal à energia elétrica, o ideal seria construir uma infraestrutura de geração de energia descentralizada e de pequena escala, baseada em fontes renováveis disponíveis localmente⁶².

A região tem grande potencial para geração fotovoltaica, de hidreletricidade com turbinas hidrocínéticas e do uso moderno da biomassa. Em alguns lugares, o vento também poderia ser aproveitado; segundo o Global Wind Atlas (2023)⁶³, o potencial eólico está concentrado principalmente na fronteira do território brasileiro com a Guiana, e nas regiões litorâneas. Além disso, na costa do Oceano Atlântico, tanto a energia das marés quanto a conversão de energia térmica oceânica (OTEC) podem ser boas opções. Ainda, a valorização térmica ou elétrica de resíduos e o uso de biogás proveniente de estações de tratamento de água e de resíduos orgânicos podem contribuir para o fornecimento de água potável e energia para a região, ao mesmo tempo em que oferecem soluções de gerenciamento de resíduos e de tratamento de esgoto. Todas essas alternativas poderiam ajudar na transição para uma economia de baixo carbono e melhorar o bem-estar da população. Não é preciso dizer que os diferentes potenciais da região e as disponibilidades sazonais de cada fonte exigem que uma combinação das mesmas seja usada para garantir a disponibilidade e a confiabilidade da energia^{30,57,64-68}. Ademais,

o fornecimento de energia elétrica para comunidades rurais isoladas e remotas deve contar com um planejamento prévio e eficaz a ser realizado em conjunto com as partes interessadas locais, incluindo a definição de mecanismos de gerenciamento que garantam a sustentabilidade dos projetos de fornecimento de energia. As soluções para o fornecimento inicial de energia elétrica devem ser desenvolvidas caso a caso e devem estar alinhadas às características e aos potenciais locais⁶⁹.

Por fim, a região amazônica deve evitar o uso de combustíveis fósseis sempre que possível, inclusive no setor de transportes, que possui opções de eletrificação (como, por exemplo, barcos e aviões elétricos)^{30,70,71}. Além do uso da energia elétrica, os biocombustíveis podem ser necessários na transição para uma economia de baixo carbono. As matérias-primas dos biocombustíveis podem ser sementes oleaginosas, biomassa lignocelulósica comum e resíduos agrícolas e florestais, sendo que todas elas podem ser usadas para converter biomassa em combustível^{30,72-75}. A produção sustentável de aviação pode desempenhar um papel importante na descarbonização deste setor, desde que esteja associada a estratégias eficientes de controle do desmatamento⁷⁶. Assim, é crucial que o desenvolvimento de um sistema baseado em biocombustíveis venha acompanhado com controles rigorosos para evitar incentivar o desmatamento.

3. Gerenciamento de Águas e Resíduos

Embora a Amazônia seja normalmente vista como um lugar com abundância de água, o acesso à água potável pode ser um desafio devido ao tamanho e à localização geográfica da região, assim como o potencial de contaminação de várias fontes, 7 em cada 10

habitantes da Amazônia não têm acesso à água potável e ao saneamento básico⁷⁷. É necessário pesquisar novos métodos e tecnologias que garantam o fornecimento de água potável segura para as pessoas, mas também para uso doméstico, produção de alimentos e outros fins⁷⁸. Para melhorar o fornecimento de água potável, existem várias opções como a coleta e o armazenamento de água da chuva⁷⁹; filtragem das margens dos rios⁸⁰; proteção de poços e nascentes⁸¹; sistemas de filtragem de água com a utilização de filtros de bioareia, filtros de cerâmica ou filtros de membrana para eliminar substâncias contaminantes e agentes patogênicos da água⁸²; fervura e/ou cloração da água antes do consumo para eliminar microrganismos nocivos⁸³; e purificadores de água com ultravioleta⁸⁴. Uma opção interessante para a Amazônia é aproveitar as altas precipitações para a captação doméstica de água da chuva. Esses sistemas captam água com um nível de contaminação muito menor do que o de muitos rios, que podem ter níveis elevados de metais pesados e poluição⁸⁵. Além disso, apresenta baixo custo e são de fácil instalação e manutenção⁸⁶.

O acesso ao saneamento básico é limitado na Amazônia, com a maioria dos municípios coletando menos de 20% das águas residuais^{78,87}, sendo que as estatísticas são ainda piores em áreas rurais e remotas. As chuvas fortes e concentradas, que vêm ocorrendo com maior frequência, causam grandes inundações e sobrecarregam a infraestrutura existente⁸⁸. Outro problema crítico que a população amazônica que vive a jusante dos centros urbanos enfrenta é a contaminação proveniente do esgoto bruto e não tratado. Além disso, a contaminação da água pelo mercúrio usado na mineração ilegal está aumentando afetando a saúde humana e a biodiversidade^{47,89,90}. É necessário reduzir ou

eliminar a poluição que desemboca nos rios e mitigar os danos causados a esses ecossistemas.

A melhoria do saneamento básico na região amazônica requer uma abordagem multifacetada e extensiva. A construção e a manutenção de estações de tratamento em áreas rurais e urbanas é imprescindível. Para áreas rurais e remotas, alguns exemplos de soluções são os banheiros secos ou os biodigestores (que gerenciam o lixo e geram energia ao mesmo tempo), os alagados construídos e/ou o uso de plantas para tratamento de esgoto (fitorremediação)⁹¹. As grandes cidades também podem incorporar soluções baseadas na natureza^{92,93}. As plantas nativas de regiões úmidas, como os jacintos-de-água e as taboas, podem absorver e decompor os poluentes das águas residuais, o que purifica a água. Também podem ser usados alagados construídos ou sistemas de tratamento flutuantes, em que as águas residuais são direcionadas a plantas que absorvem tanto os nutrientes como os contaminantes. Esses sistemas são de simples operação e manutenção, são econômicos e alinhados com os princípios de conservação do meio ambiente⁹¹, no entanto, mais estudos deverão ser realizados sobre as condições e os contextos específicos em que poderão ser implementados nas grandes cidades amazônicas. Além disso, as cidades com mais de 100.000 habitantes devem considerar a reforma das estações de tratamento de água e esgoto existentes, além da recuperação das principais estações. Vale a pena mencionar que a cobertura vegetal natural também melhora a qualidade da água e reduz os custos de tratamento⁹⁴⁻⁹⁶.

Soluções de gerenciamento de resíduos sólidos também são necessárias, de preferência usando o conceito de economia circular. É essencial reduzir o lixo e a poluição⁹⁷. Quando a redução

da produção não for possível, a reciclagem pode ser feita em centros específicos para tal atividade, o que incentiva a compra de materiais recicláveis e promove sua reutilização em indústrias locais. Além disso, fomentar o artesanato local que utiliza materiais recicláveis pode contribuir para a redução de resíduos e a utilização criativa de recursos, como é o caso das mulheres Kichwa, que criaram um coletivo de mulheres Indígenas que trabalham para transformar materiais orgânicos e resíduos inorgânicos em produtos artesanais para obtenção da independência financeira⁹⁸. A incorporação de novas pesquisas e tecnologias inovadoras é algo promissor no setor de resíduos, seguido pela facilitação da circulação de produtos e materiais.

4. Infraestrutura Digital para Combater a Exclusão Digital

A conectividade é um aspecto estratégico para o desenvolvimento e a integração regional, e para a inclusão digital. O acesso à internet pode possibilitar a inovação na prestação de serviços, além de reduzir os custos das operações comerciais⁹⁹. O Banco Mundial¹⁰⁰ reconhece o acesso às tecnologias de informação e comunicação (TICs) como ferramenta necessária para a educação, a saúde, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social. O desenvolvimento do setor das TICs contribui para a inovação, o que possibilita a fabricação de produtos com alto valor agregado, e é importante para a integração nacional e internacional. As TICs também desempenham um papel crucial no aumento do acesso à assistência médica para populações geograficamente afastadas. A digitalização e a telemedicina, em particular, ajudam a melhorar a eficiência de todo o processo de atendimento médico, sendo

úteis tanto para a prevenção quanto para o acesso a consultas médicas especializadas e monitoramento dos tratamentos realizados pelos pacientes¹⁰¹. Isso foi evidenciado durante a pandemia da COVID-19, quando esse tipo de serviço foi amplamente adotado¹⁰². Ao mesmo tempo, a digitalização pode reduzir a demanda por transportes e o respectivo consumo de combustíveis, embora seja importante mencionar que a digitalização requer demanda de materiais como, por exemplo, minérios.

Existe uma deficiência histórica de conexão digital e conectividade na Amazônia. O modelo atual de telecomunicações incentiva a conectividade apenas em áreas de alta renda, regiões de alta densidade populacional ou novas áreas em construção onde o setor privado possa viabilizar seus negócios e garantir o retorno do investimento. A recente expansão da internet por meio da utilização de satélites de baixa órbita (LEO, da sigla em inglês) ainda apresenta altos custos¹⁰³. Uma boa iniciativa que utiliza essa tecnologia é o projeto “Conexão Povos da Floresta”, na Amazônia brasileira, que instalou internet via satélite e placas de energia solar em dez comunidades Yanomami. A meta é atingir pelo menos 500 comunidades remotas ainda este ano, permitindo a elas uma conectividade digital de qualidade¹⁰⁴.

Modelos alternativos são essenciais para atrair o capital desejado e integrar a região ao mundo digital. As soluções de conectividade via fibra óptica ou rádio já atendem alguns municípios. No entanto, tanto as redes de acesso como as intermediárias (“backhaul”) carecem de soluções inovadoras para atender aos povos da floresta e às comunidades rurais mais isoladas. O aumento das iniciativas sociobioeconômicas²³ será facilitado pela adoção de modelos de redes comunitárias

que se conectam entre si e cujos custos de aquisição, montagem, operação e manutenção da rede possam ser compartilhados. No contexto tecnológico, boas opções são o uso de internet via satélite e tecnologias de telefonia móvel de quinta e sexta geração (5G/6G) para implantação de redes de acesso. O uso combinado de internet via satélite de baixa órbita e dispositivos de Internet das Coisas (IoT), aproveitando a telefonia móvel 6G, permite um ecossistema de inovação tecnoeconômica na Amazônia, com foco na manutenção de florestas em pé e rios fluindo, promovendo a sociobioeconomia e melhorando a vida diária da população amazônica¹⁰⁵.

C. CONCLUSÕES

Este *Policy Brief* tratou de temas como transporte, energia, água potável, saneamento básico e infraestrutura digital, identificando possíveis soluções. A importância de uma infraestrutura totalmente nova para a região amazônica deve ser considerada, pois é fundamental para o bem-estar de toda sua população. Essa nova infraestrutura precisa ser desenhada considerando as características únicas da região amazônica, tanto em termos de populações humanas quanto de sua extraordinária biodiversidade. É necessário criar condições favoráveis para implementar o novo paradigma da infraestrutura de forma eficaz esta região tão singular.

Uma das principais condições é o desenvolvimento de um arcabouço político de apoio robusto. Isso implica na criação de normas e diretrizes que estejam alinhadas aos objetivos do novo paradigma da

infraestrutura. Essas regulamentações devem ir além das fronteiras nacionais, contando com a cooperação entre as nações. Em muitos países amazônicos, existem leis relacionadas à proteção ambiental e à implementação de novas infraestruturas. No entanto, as políticas ambientais nem sempre são aplicadas ou implementadas adequadamente¹⁰⁶⁻¹⁰⁸. Por exemplo, as avaliações de impacto ambiental (EIAs) que devem ser usadas para avaliar os danos sociais e ambientais apresentam eficiência limitada, pois focam em somente um ou em poucos projetos de infraestrutura que estão próximos entre si, além de considerarem somente o curto prazo¹⁰⁹⁻¹¹¹. O planejamento da infraestrutura e os respectivos EIAs devem considerar projetos de infraestrutura integrados em toda a bacia, analisando potenciais impactos cumulativos e sinérgicos de todo o sistema de infraestrutura²⁴. Além disso, o novo paradigma da infraestrutura exige uma perspectiva de longo prazo e deve incluir mecanismos que promovam um forte compromisso e a continuidade na implementação desse paradigma, mesmo diante de mudanças políticas ou flutuações econômicas. E como toda infraestrutura pode favorecer atividades ilegais (assim como as legais), em paralelo também é fundamental a aplicação irrestrita da lei juntamente com a criação de mecanismos de combate à corrupção, já que essa poderia alterar o planejamento e a implementação dos projetos¹¹².

Um financiamento adequado é essencial para dar início aos projetos de infraestrutura e conseguir mantê-los dentro deste novo paradigma. Isso pode envolver investimentos públicos e privados, doações, subsídios pontuais de curto prazo, modelos inovadores de negócios que incluam populações locais,

pagamento por serviços ambientais ou outros mecanismos financeiros para garantir que os projetos sejam economicamente viáveis e possam avançar de forma sustentável e focados em toda a bacia. Os desafios impostos pelas necessidades financeiras devem ser analisados, pois essa é uma questão muito complexa e deve estar alinhada com o novo paradigma.

A pesquisa é fundamental, pois pode ajudar a informar os impactos socioambientais existentes e potenciais da infraestrutura que já existe ou está sendo planejada. Além disso, a ciência ajuda a criar soluções inovadoras baseadas no contexto local e planejar para aumentar a resiliência contra desastres naturais, mudanças climáticas e outras circunstâncias imprevistas. Outros mecanismos e tecnologias de ponta podem ser projetados para incentivar a adoção de soluções avançadas, sustentáveis e eficientes de infraestrutura. Além disso, a implementação de sistemas eficientes de dados e informações é vital para o monitoramento e o gerenciamento de projetos de infraestrutura. Isso permite que a tomada de decisões ocorra em tempo real e gera capacidade de se adaptar às circunstâncias variáveis. Adicionalmente, nas áreas em que ainda não há uma solução clara, é necessário investir em pesquisa e inovação para encontrar alternativas que se adaptem aos diversos contextos locais da região amazônica, trazendo à tona maneiras de usar de forma sustentável os recursos disponíveis.

A capacitação e o envolvimento das partes interessadas são de extrema importância para o fortalecimento dos sistemas de governança local. Isto implica desenvolver as competências e a base de conhecimentos

dos profissionais e da mão de obra local para reforçar a participação de todos, bem como investir na educação, formação e assistência técnica para capacitar as comunidades locais a gerir os seus recursos, participar nos processos de tomada de decisões e implementar práticas sustentáveis. Fomentar a troca de conhecimentos entre comunidades locais, pesquisadores e formuladores de políticas pode facilitar o desenvolvimento de soluções específicas para este contexto, sendo especialmente importante para gerar debates sobre a incorporação de padrões de sustentabilidade no planejamento territorial e na execução de projetos de infraestrutura na região amazônica¹¹³. A promoção de mecanismos de governança inclusivos e transparentes pode dar voz às populações locais e atender às suas necessidades, além de facilitar a prestação de contas⁵. Nesse sentido, é imprescindível empoderar as populações amazônicas e garantir sua participação ativa no projeto da infraestrutura da região, preservando seu patrimônio cultural e cultivando uma sociobioeconomia próspera que possa elevar seu padrão de vida^{23,114}. É essencial que os anseios, as necessidades e o conhecimento dos habitantes da Amazônia sejam incorporados ao planejamento e desenvolvimento da infraestrutura, promovendo uma abordagem verdadeiramente inclusiva. Por meio desse esforço conjunto, é possível obter uma sinergia entre a população amazônica e o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

D. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem àqueles que contribuíram para este *Policy Brief*. Isso incluiu o parecer de especialistas como Caroline Rocha, Romira Bandura, Philip Fearnside, Liljana Sekerinska (Banco Mundial), Cornelius Fleischhaker (Banco Mundial), Carlos Antonio Costa (Banco Mundial), Eric Shayer (Banco Mundial), Sandra Berman (Banco Mundial), Amy Juelsgaard (Banco Mundial), Ana Maria Gonzalez Velosa (Banco Mundial), Pilar Fernandez (Banco Mundial); os Membros do Comitê Científico Diretor do SPA Carlos Nobre, Marielos Peña-Claros e German Poveda; e o colaborador da Consulta Pública Bernardo Flores (Universidade Federal de Santa Catarina). Também somos gratos à Secretaria Técnica do SPA, especialmente Isabella Leite Lucas e Federico Viscarra. Revisado por Lauren Barredo. Traduzido do inglês para o português por Leonardo Locatelli e para o espanhol por Federico Viscarra.

E. REFERÊNCIAS

1. Science Panel for the Amazon. 2021. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, et al. (Eds.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. 48 pages.

2. Athayde S, Shepard G, Cardoso TM, et al. 2021. Chapter 10: Critical Interconnections between Cultural and Biological Diversity of Amazonian Peoples and Ecosystems. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

3. Indvik KB, Gallo I, Quintana M, Blac F and do Canto O. 2018. Amazon Cities and Sustainable Urban Development. GIZ, Brasília.

4. Bandura R, McKeown S and Silveira FM. 2020. Sustainable Infrastructure in the Amazon Connecting Environmental Preservation with Governance, Security, and Economic Development Brazil Country Case Study. Center for Strategic and International Studies. Washington, USA.

5. Alencar A, Painter L, Athayde S, et al. 2021. Chapter 25: A Pan-Amazonian Sustainable Development Vision. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E. et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

6. Albert JS, Carnaval AC, Flantua SG, et al. 2023. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science* 379(6630), eabo5003.

7. Escalante-Moreno H. 2022. From IIRSA-COSIPLAN to the Belt and Road Initiative: Infrastructure for Extractivism in Latin America. In: East Asia, Latin America, and the Decolonization of Transpacific Studies, 89-114.

8. Berenguer E, Armenteras D, Lees AC, et al. Chapter 19: Drivers and Ecological Impacts of Deforestation and Forest Degradation. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

9. Barber C, Cochrane M, Souza C and Laurance W. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* 177: 203-209, ISSN 0006-3207.

10. Jaichand V and Sampaio AA. 2013. Dam and be damned: the adverse impacts of Belo Monte on indigenous peoples in Brazil. *Hum. Rts. Q.* 35, 408. 27

11. Scabin FS, Junior NNP and da Cunha Cruz JC. 2015. Judicialização de grandes empreendimentos no Brasil: uma visão sobre os impactos da instalação de usinas hidrelétricas em populações locais na Amazônia. *Revista Pós Ciências Sociais* 11(22).

12. Costa FA, Ciasca BS, Castro ECC, et al. 2021a. Socio-biodiversity Bioeconomy in the State of Pará. Brasília, DF: The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura, IDB-TN-2264, 2021.

13. Becker B.K. 2001. Revisão das políticas de ocupação amazônica: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias estratégicas*, Brasília. 12, 135 -159.
14. Simmons CS. 2002. The Local Articulation of Policy Conflict: Land Use, Environment, and Amerindian Rights in Eastern Amazonia. *The Professional Geographer* 54 (2):241–258.
15. Bebbington A, Chicchon A, Cuba N, et al. 2020. Priorities for governing large-scale infrastructure in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(36), 21829-21833.
16. Barros AC, McKenney B, Bhattacharya A, et al. 2020. Sustainable Infrastructure to Secure the Natural Capital of the Amazon Building the Future of Quality Infrastructure. In: Asian Development Bank Institute (Org.). *Building the Future of Quality Infrastructure*. 1 ed. Tóquio: Asian Development Bank Institute. 65-72. 25 ISBN 978-4-89974-221-0 (Print), ISBN 978-4-89974-222-7 (PDF).
17. Perz SG, Arteaga M, Baudoin Farah A, et al. 2021. Participatory action research for conservation and development: experiences from the Amazon. *Sustainability* 29. 14(1), 233.
18. Loureiro VR. 2022. *Amazônia colônia do Brasil*. Editora Valer.
19. Van Dijck P. 2013. The impact of the IIRSA road infrastructure programme on Amazonia.
20. Harvey P and Knox H. 2015. *Roads: An anthropology of infrastructure and expertise*. Cornell University Press.
21. Adshead D, Thacker S, Fuldauer LI and Hall, JW. 2019. Delivering on the Sustainable Development Goals through long-term infrastructure planning. *Global Environmental Change* 59, 101975
22. G20. 2019. Guide for quality infrastructure investment. <https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/reg-54036-001-tar-ld-02.pdf>.
23. Garrett R, Ferreira J, Abramovay R, et al. Supporting socio- bioeconomies of healthy standing forests and flowing rivers in the amazon. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.
24. Marengo JA, Espinoza JC, Fu R, et al. 2021. Chapter 22: Long-term variability, extremes and changes in temperature and hydro meteorology in the Amazon region. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
25. Simmons CS, Famolare L, Macedo MN, et al. 2018. Science in support of Amazonian conservation in the 21st century: the case of Brazil. *Biotropica* 50(6):850–858.
26. Brondízio ES, Aumeeruddy-Thomas Y, Bates P, et al. 2021. Locally based, regionally manifested, and globally relevant: Indigenous and local knowledge, values, and practices for nature. *Annual Review of Environment and Resources* 46, 481-509.
27. Abramovay R, Ferreira J, Costa FA, et al. 2021. Chapter 30: The New Bioeconomy in the Amazon: Opportunities and Challenges for a Healthy Standing Forest and Flowing Rivers. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
28. Vilela T, Malky Harb A, Bruner A, et al. 2020. A better Amazon road network for people and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(13), 7095-7102.
29. Chelala C, Chelala C and Almeida Carvalho AC. 2022. Entraves para o desenvolvimento da bioeconomia na Amazônia. In Gomes A.F et al. (orgs.) *Mestrado em desenvolvimento regional: 15 anos, na busca de sinergias, possibilidades e expectativas de desenvolvimento*. Maringá: Uniedusul.
30. Nobre CA, Feltran-Barbieri R, Costa FA, et al. 2023. *Nova Economia da Amazônia*. São Paulo: WRI Brasil.
31. das Neves PBT, Blanco CJC, Duarte AAAM, et al. 2021. Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network. *Land Use Policy* 108, 105510
32. Fearnside PM. 2007. Brazil's Cuiabá- Santarém (BR-163) Highway: The environmental cost of paving

a soybean corridor through the Amazon. *Environ. Manage.* 39, 601–614.

33. Gallice GR, Larrea-Gallegos G and Vásquez-Rowe I. 2019. The threat of road expansion in the Peruvian Amazon. *Oryx* 53, 284–292.

34. Dourojeanni M. 2016. Impacto ambiental y social que causaría una ferrovía interoceánica en el Perú. In: *Las Relaciones de China con América Latina y el Ferrocarril Bioceánico Brasil-Perú*, 95.

35. Santos DC, Souza-Filho PWM, da Rocha Nascimento Jr W, Cardoso GF and dos Santos JF. 2020. Land cover change, landscape degradation, and restoration along a railway line in the Amazon biome, Brazil. *Land Degradation & Development* 31(15), 2033–2046.

36. Muramatsu R, Scarano PR, Siqueira FZ, Silva RG and Angelico AR. 2019. Desafios para o Transporte Ferroviário de Carga no Brasil: Uma Análise Setorial Informada pela Nova Economia Institucional e Teoria da Escolha Pública. In: *Estudos Econômicos Setoriais: Máquinas e Equipamentos, Ferrovias, Têxtil e Calçados*. São Paulo: Blucher.

37. Hydall RTN. 2021. A História da Madeira-Mamoré: Medos, desafios e enfrentamentos na construção da EFMM. *Das Amazônias* 4(1), 164-174.

38. Brito T, Fragoso R, Santos L, et al. 2023. Life Cycle Assessment for Soybean Supply Chain: A Case Study of State of Pará, Brazil. *Agronomy* 13, 1648.

39. De Souza MF, Tisler TR, Castro GSA and de Oliveira ALR. 2023. Port regionalization for agricultural commodities: mapping exporting port hinterlands. *Journal of Transport Geography* 106, 103506.

40. Fearnside PM. 2001. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28(1), 23-38.

41. Fearnside PM and Figueiredo AMR. 2016. Deforestación de la Amazonía brasileña influenciada por la China: El caso de Mato Grosso. pp. 271-310 In: R. Ray, K. Gallagher, A. López & C. Sanborn (eds.) *China en América Latina. Lecciones para la Cooperación Sur-Sur y el Desarrollo Sostenible*. Universidad del Pacífico & Boston University, Lima, Peru. 419 pp.

42. Bastos AB, Brito DMC, Bastos AM and Bastos CM. 2021. Entre dificuldades e oportunidades: a estrada de ferro do Amapá (Brasil). *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas* 13, 81-92.

43. Mann CC. 2005. 1491: New revelations of the Americas before Columbus. Knopf.

44. Neves EG, Furquim LP, Levis C, et al. 2021. Chapter 8: Peoples of the Amazon before European colonization. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

45. ANTAQ Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2018. Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros e cargas na Região Amazônica. Brasília/Belém: Antaq/UFPA.

46. Hunt JD, Pokhrel Y, Chaudhari S, et al. 2022. Cleaner engineering and technology challenges and opportunities for a South America Waterway System. *Cleaner Engineering and Technology*, 100575.

47. Fearnside PM, Berenguer E, Armenteras D, et al. 2021. Chapter 20: Drivers and impacts of changes in aquatic ecosystems. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.

48. Trancossi M. 2016. What price of speed? A critical revision through constructal optimization of transport modes. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 7, 425-448.

49. Fontes JV, de Almeida PR, Hernández ID, et al. 2023. Marine Accidents in the Brazilian Amazon: Potential Risks to the Aquatic Environment. *Sustainability* 15(14), 11030.

50. Hernández-Fontes JV, Maia HWS, Chávez V and Silva R. 2021. Toward More Sustainable River Transportation in Remote Regions of the Amazon, Brazil. *Applied Sciences*, 11(5), 2077.

51. Parry L, Day B, Amaral S. et al. 2010. Drivers of rural exodus from Amazonian headwaters. *Popul. Environ.* 32, 137–176.

52. Castellanos E, Lemos MF, Astigarraga L, et al. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Pörtner H-O, Roberts DC, Tignor M, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816.
53. De Figueiredo NM and Blanco CJC. 2016. Water level forecasting and navigability conditions of the Tapajós River-Amazon-Brazil. *La Houille Blanche* 3, 53-64.
54. Aboutanos MB, Mora FE, Nicholson B, et al. 2012. Trauma Course for an Aerial Medical Transport System in the Amazon Rainforest of Ecuador. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery* 1, 1-5.
55. Fenley CA, Machado WV and Fernandes E. 2007. Air transport and sustainability: Lessons from Amazonas. *Applied Geography* 27.2, 63-77.
56. Lanaro LR. 2021. Engenharia de custos e otimização de projetos de hidroaviões: um estudo de caso de um sistema de transporte para a Amazônia. *Dissertação (Mestrado)*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos/USP.
57. Matos FB, Camacho JR, Rodrigues P and Guimarães Jr, SC. 2011. A research on the use of energy resources in the Amazon. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(6), 3196–3206.
58. Viscidi L and Phillips S. Energy and mining in the Amazon. *Corporate and Financing Landscape. The Dialogue – Leadership for the Americas*.
59. Cook P. 2011. Infrastructure, Rural Electrification and Development. *Energy for Sustainable Development* 15(3), 304–313.
60. World Bank. 2008. *Designing Sustainable Off-Grid Rural Electrification Projects: Principles and Practices*. The World Bank, Washington, DC
61. UPME. 2021. *Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica - PIEC 2019-2023*. República de Colombia Ministerio de Minas y Energía. Bogotá D.C. - Colombia
62. Ustun TS. 2016. The importance of microgrids & renewable energy in meeting energy needs of the Brazilian Amazon. 2016 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon).
63. Global Wind Atlas. 2023. <https://globalwindatlas.info/en> (accessed November 15, 2023).
64. Lucena AFP, Schaeffer R, Szklo A, Soria R and Chávez-Rodríguez M. 2013. Energy security in the Amazon. A report for the Amazonia Security Agenda Project.
65. Almeshqab F and Ustun TS. 2019. Lessons learned from rural electrification initiatives in developing countries: Insights for technical, social, financial and public policy aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 102, 35–53.
66. da Costa Oliveira CH, Barros MDLC, Branco DAC, Soria R and Rosman PCC. 2021. Evaluation of the hydraulic potential with hydrokinetic turbines for isolated systems in locations of the Amazon region. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 45, 101079.
67. Du T, Jing Z, Wu L, et al. 2022. Growth of ocean thermal energy conversion resources under greenhouse warming regulated by oceanic eddies. *Nature Communications* 13(1), 7249.
68. Araujo RO, Ribeiro FCP, Santos VO, et al. 2022. Renewable Energy from Biomass: an Overview of the Amazon Region. *Bioenerg. Res.* 15, 834–849.
69. Andrade CS, Rosa LP and Da Silva NF. 2011. Generation of electric energy in isolated rural communities in the Amazon Region a proposal for the autonomy and sustainability of the local populations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(1), 493–503.
70. Guamán F, Ordoñez J, Espinoza JL and Jara-Alvear J. 2015. Electric-solar boats: an option for sustainable river transportation in the Ecuadorian Amazon. In *6th International Conference on Energy and Sustainability, WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Wessex, UK, v. 195, 439-448.
71. Bonilla RZ, Bhandari R and Rodarte AP. 2021. Multi-attribute assessment of a river electromobility

concept in the Amazon region. *Energy for Sustainable Development* 61, 139-152.

72. Younis A, Benders R, Delgado R, et al. 2021. A System analysis of the bio-based economy in Colombia: A bottom-up energy system model and scenario analysis. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 15(3), 481-501.

73. Gonzalez-Salazar MA, Venturini M, Poganietz W-R, Finkenrath M, and Leal, MRLV. 2017. Combining an accelerated deployment of bioenergy and Land Use Strategies: Review and insights for a post-conflict scenario in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73, 159-177.

74. Araujo RO, Ribeiro FC, Santos VO, et al. 2021. Renewable energy from biomass: an overview of the Amazon region. *BioEnergy Research*, 1-16.

75. van Els RH, de Souza Vianna JN and Brasil Jr ACP. 2012. The Brazilian experience of rural electrification in the Amazon with decentralized generation—The need to change the paradigm from electrification to development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(3), 1450-1461.

76. Fiorini AC, Angelkorte G, Maia PL, et al. 2023. Sustainable aviation fuels must control induced land use change: an integrated assessment modelling exercise for Brazil. *Environmental Research Letters* 18(1), 014036.

77. World Vision. 2023. World vision lanza iniciativa centrada en la niñez en la cuenca amazónica. [accessed 31 August 2023] <https://home.worldvisionamericalatina.org/world-vision-iniciativa-cuenca-amazonica/>

78. Andrade LC, Pedro JPB and Gomes MCRL. 2021. Desafios no abastecimento de água e saneamento em comunidades ribeirinhas da várzea da Amazônia Central. *Justiça climática no Antropoceno*.

79. Morales Rojas E, Díaz Ortiz EA, Medina Tafur CA, et al. 2021. Rainwater Harvesting and Treatment System for Domestic Use and Human Consumption in Native Communities in Amazonas (NW Peru): Technical and Economic Validation. *Scientifica* 14, 1-17.

80. Abd-Elaty I, Saleh OK, Ghanayem HM, Zeleňáková M and Kuriqi A. 2022. Numerical assessment of riverbank filtration using gravel back filter to improve water quality in arid regions. *Frontiers in Earth Science* 10, 1006930.

81. Gonçalves de Melo MG, Medeiros RS, Sampaio PTB and Vieira G. 2018. Sustainability issues: riparian vegetation and its importance in the hydrological cycle in Amazonian ecosystems. *Journal of Security and Sustainability Issues* 7(4):861-868

82. Murphy HM, Sampson M, Farahbakhsh K and McBean E. 2010. Microbial and chemical assessment of ceramic and BioSand water filters in rural Cambodia. *Water Science and Technology: Water Supply* 10(3), 286-295.

83. Rothstein JD, Leontsini E, Olortegui MP, et al. 2015. Determinants of caregivers' use and adoption of household water chlorination: A qualitative study with peri-urban communities in the Peruvian Amazon. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 93(3), 626.

84. Hussain S. 2009. Performance evaluation of the household ultraviolet water purifier. *Desalination and Water Treatment* 11(1-3), 132-143.

85. Webb J, Coomes OT, Mergler D. et al. 2018. Levels of 1-hydroxypyrene in urine of people living in an oil producing region of the Andean Amazon (Ecuador and Peru). *Int Arch Occup Environ Health* 91, 105-115.

86. Yannopoulos S, Giannopoulou I and Kaiafa-Saropoulou M. 2019. Investigation of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide. *Water* 11(10), 2168.

87. Mansur AV, Brondízio ES, Roy S, et al. 2016. An assessment of urban vulnerability in the Amazon Delta and Estuary: a multi-criterion index of flood exposure, socio-economic conditions and infrastructure. *Sustainability Science* 11, 625-643.

88. Hecht S, Schmink M, Abers R, et al. 2021. Chapter 14: The Amazon in motion: Changing politics, development strategies, peoples, landscapes, and livelihoods. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et

- al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
89. Do Nascimento de Meneses H, Oliveira-da-Costa M, Basta PC, et al. 2022. Mercury contamination: A growing threat to riverine and urban communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(5), 2816.
90. Basta PC and Hacon SDS. 2020. Impacto do mercúrio na saúde do povo indígena Munduruku, na bacia de Tapajós.
91. Oliveira GA, Colares GS, Lutterbeck CA, et al. 2021. Floating treatment wetlands in domestic wastewater treatment as a decentralized sanitation alternative. *Science of the Total Environment* 773, 145609.
92. Mostafavi M and Doherty G. 2016. (Eds.). *Ecological urbanism*. Zurich: Lars Müller.
93. Mostafavi M, Doherty G, Correia M, Durán Calisto AM and Valenzuela L. 2019. *Urbanismo Ecológico en América Latina. Urbanismo Ecológico na América Latina*. Tradução: Bogéa C, Puente M, Canedo J and Silveira P. Barcelona: Gustavo Gili.
94. Zhang X, Liu X, Zhang M, Dahlgren RA and Eitzel M. 2010. A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. *J. Environ. Qual.* 39, 76-84, 10.2134/jeq2008.0496.
95. Mello de K, Valente RA, Randhir TO, Santos ACA and Vettorazzi CA. 2018. Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone. *CATENA*. 167, 130-138.
96. Tundisi JG and Tundisi TM. 2010. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotrop.* 10(4).
97. Koul B, Yakoob M and Shah MP. 2022. Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research* 206, 112285.
98. Price K. 2022. Meet 3 Indigenous women fighting for the future of the Amazon. *Conservation International*.
99. Melhem S. 2016. *Harnessing the internet for development*. Washington: World Bank.
100. World Bank Group. 2018. *Innovative Business Models for Expanding Fiber-Optic Networks and Closing the Access Gaps*. World Bank Group.
101. García Rey AB, García CB and Egado IP. 2020. *Innovación social con conectividad y salud: telefonía celular 3G y atención materno-infantil en comunidades del Amazonas peruano*. In: *Innovación social con conectividad y salud: telefonía celular 3G y atención materno-infantil em comunidades del Amazonas peruano*. Caracas: CAF.
102. Curioso WH, Coronel-Chucos LG and Henríquez-Suarez M. 2023. Integrating Telehealth for Strengthening Health Systems in the Context of the COVID-19 Pandemic: A Perspective from Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(11):5980.
103. Vianna B (Host). 2023. Caixa de ferramentas (No. 41) [Audio podcast episode]. In Rádio Novelo Apresenta. Rádio Novelo. <https://radionovelo.com.br/originais/apresenta/caixa-de-ferramentas/>
104. Plenamata. Conectividade e capacitação para desenvolver a bioeconomia amazônica. Available at <https://plenamata.eco/2023/04/13/conectividade-e-capacitacao-para-desenvolver-a-bioeconomia-amazonica/> Revised November 11, 2023. (April 13, 2023).
105. Hardesty L. 2021. Is FWA from big carriers different than FWA from WISPS?. *Fierce Wireless*. Available at: <https://www.fiercewireless.com/tech/fwa-from-big-carriers-different-than-fwa-from-wisps>
106. Börner J, Wunder S, Wertz-Kanounnikoff S, Hyman G and Nascimento N. 2014. Forest law enforcement in the Brazilian Amazon: Costs and income effects. *Global Environmental Change* 29, 294-305.
107. Soares-Filho B, Rajão R, Macedo M, et al. 2014. Cracking Brazil's forest code. *Science* 344(6182), 363-364.

108. Chiavari J and Leme C. 2021. Where does Brazil stand with the implementation of the forest code. A snapshot of the CAR and the PRA in Brazil's states. Climate Policy Initiative.
109. Santos SMSBM and F. M. Hernandez (Eds). 2009. Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. Belem, Para.
110. Fearnside PM. 2016. The plans for hydroelectric plants and waterway construction in the Tapajos Basin: A compounding of negative impacts. In Alarcon, D. Fernandes, B. Millikan, and M. Torres. eds. 2016. Ocekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós. International Rivers & Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Para, Brasília & Santarem, Brazil.
111. Millikan B. 2016. Basin inventory studies: Characteristics of an initial and decisive phase in hydroelectric dam planning on the Tapajos River. In Alarcon, D. Fernandes, B. Millikan, and M. Torres. eds. 2016. Ocekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistencia na Bacia do Tapajos. International Rivers & Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Para, Brasília & Santarem, Brazil.
112. Nelson DR, Pippin JS, Mansur AV and Seigerman CK. 2021. The Impacts of Infrastructure Sector Corruption on Conservation. Targeting Natural Resource Corruption.
113. Belém Declaration, 08 de agosto del 2023. https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/DECLARACION%20DE%20BELEM%20ESPAÑOL%20v08082023_0.pdf
114. Mazzone A, Fulkaxò Cruz DK., Tumwebaze S. et al. 2023. Indigenous cosmologies of energy for a sustainable energy future. Nat Energy 8, 19–29.

AFILIAÇÕES DOS AUTORES

Roberto Schaeffer: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Avenida Horácio de Macedo, 2030, Centro de Tecnologia - Bloco C-211, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, roberto@ppe.ufrj.br

Roxana Barrantes Cáceres: Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel 15088, Peru; Instituto de Estudios Peruanos, Horacio Urteaga 694, Jesús María, Lima, Perú, barrantes.r@pucep.edu.pe

Aldebaro Klautau: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Alfonso Malky: Conservation Strategy Fund, 1800 Massachusetts Ave NW Suite 402, Washington, DC 20036, USA

Ana Carolina Oliveira Fiorini: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Avenida Horácio de Macedo, 2030, Centro de Tecnologia - Bloco C-211, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Ana María Durán Calisto: University of California Luskin, 337 Charles E Young Dr E, Los Angeles, CA 90095

Antonio Abelem: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Cynthia Simmons: University of Florida Gainesville, Department of Geography, Gainesville – FL, 32611-5530, USA

Larissa Chermont: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Marcos Okamura: Genesis Ambiental, Rua Mário Russo nº58, Jd. São Cristóvão, Bragança Paulista – SP, Brasil

Marliz Arteaga: University of Florida, Gainesville – FL, 32611-5530, USA; Universidad Amazónica de Pando, X68R+675, Av. Acre, Cobija, Bolivia

Oriana Lucía Heredia Flores: Grupo de Análisis para el Desarrollo, Av. Alente. Miguel Grau 915, Lima 15063, Perú

Ricardo Delgado: Centro Regional de Estudios de Energía, Cra. 7 # 73-47 Piso 13, Bogotá, Colombia

Rafael Soria: Universidad San Francisco de Quito, Campus Cumbayá, Diego de Robles s/n, Quito 170901, Ecuador

MAIS INFORMAÇÕES EM

aamazoniaquequeremos.org

SIGA-NOS

  [theamazonwewant](https://www.instagram.com/theamazonwewant)

CONTATO

Secretaria Técnico-Científica do SPA em NY

475 Riverside Drive | Suite 530

New York NY 10115 USA

+1 (212) 870-3920 | spa@unsdsn.org