

Mudanças climáticas, implicações e perspectivas sobre o desenvolvimento regenerativo no Corredor Bioceânico

Cambio climático, implicaciones y perspectivas para el desarrollo regenerativo en el Corredor Bioceánico

Climate change, implications and perspectives on regenerative development in the Bioceanic Corridor

Letícia Catellan¹

Natália Dotta²

Luciano Furtado Loubet²

Recebido em: 08/09/2025; aceito em: 13/01/2026

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v27iesp.5103>

Resumo: As mudanças climáticas constituem um tema de grande relevância, configurando uma crise para a qual se faz indispensável a adoção de medidas mitigatórias. Nesse contexto, o Corredor Bioceânico constitui um empreendimento de grande porte, para o qual são esperados impactos climáticos, cabendo a implementação de práticas e tecnologias que garantam o desenvolvimento sustentável. No entanto, considerando o nível de prejudicialidade verificável em razão das mudanças climáticas já existentes, faz-se necessário discutir a possibilidade de ampliar a resiliência das cidades contempladas pela Rota Bioceânica — para além do Corredor em si — ao garantir um desenvolvimento que seja, para além de sustentável, regenerativo. Assim, objetiva-se identificar os principais impactos climáticos que podem decorrer da implementação do Corredor Bioceânico e sugerir alternativas para sua mitigação, bem como indicar como o desenvolvimento regenerativo pode ser aplicado na Rota Bioceânica, de modo a concretizar impactos ambientais e sociais positivos. Para tanto, utilizou-se uma abordagem qualitativa voltada à pesquisa bibliográfica e documental, baseada no método indutivo. Conclui-se que o Corredor Bioceânico não apresenta em si condições para concretizar o desenvolvimento regenerativo, mas que as cidades a serem contempladas e impactadas pela Rota Bioceânica poderão adotar medidas com tal finalidade, com o intuito de fortalecer a busca por resiliência.

Palavras-chave: Corredor Bioceânico; mudanças climáticas; desenvolvimento regenerativo.

Resumen: El cambio climático es un tema de gran relevancia, representando una crisis que requiere la adopción de medidas esenciales de mitigación. En este contexto, el Corredor Bioceánico es un proyecto de gran escala con impactos climáticos esperados, que requiere la implementación de prácticas y tecnologías que garanten un desarrollo sostenible. Sin embargo, considerando el nivel verificable de daño resultante del cambio climático existente, es necesario discutir la posibilidad de aumentar la resiliencia de las ciudades cubiertas por la Ruta Bioceánica — más allá del propio Corredor — asegurando un desarrollo no solo sostenible sino también regenerativo. Por lo tanto, el objetivo es identificar los principales impactos climáticos que pueden surgir de la implementación del Corredor Bioceánico y sugerir alternativas para su mitigación, así como indicar cómo se puede aplicar el desarrollo regenerativo a lo largo de la Ruta Bioceánica para lograr impactos ambientales y sociales positivos. Para ello, se utilizó un enfoque cualitativo centrado en la investigación bibliográfica y documental, basado en el método inductivo. Se concluye que el Corredor Bioceánico, por sí solo, no presenta las condiciones para lograr un desarrollo regenerativo, pero que las ciudades cubiertas e impactadas por la Ruta Bioceánica podrían adoptar medidas para ello, con el objetivo de fortalecer la búsqueda de resiliencia.

Palabras clave: Corredor Bioceánico; cambio climático; desarrollo regenerativo.

Abstract: Climate change is a highly relevant topic, representing a crisis that requires the adoption of essential mitigation measures. In this context, the Bioceanic Corridor is a large-scale undertaking with expected climate impacts, requiring the implementation of practices and technologies that ensure sustainable development. However, considering the verifiable level of harm caused by existing climate change, it is necessary to discuss the possibility of increasing the resilience of the cities along the Bioceanic Route — beyond the Corridor itself — by ensuring development that is not only sustainable but also regenerative. Thus, the aim is to identify

¹ Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Ministério Público de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

the main climate impacts that may arise from implementing the Bioceanic Corridor, to suggest alternatives for their mitigation, and to indicate how regenerative development can be applied along the Bioceanic Route to achieve positive environmental and social impacts. To this end, a qualitative approach focused on bibliographic and documentary research, based on the inductive method, was used. It is concluded that the Bioceanic Corridor itself does not present the conditions for achieving regenerative development, but that the cities covered and impacted by the Bioceanic Route could adopt measures to this end, with the aim of strengthening the search for resilience.

Keywords: Bioceanic Corridor; climate change; regenerative development.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas- IPCC (2023), as mudanças climáticas causadas pelo homem já estão afetando muitos extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do globo. Esses impactos são causados por mudanças em múltiplas condições climáticas físicas, sendo cada vez mais atribuídos à influência humana.

Dentre as ações humanas que podem causar grandes impactos com consequências climáticas está a implementação do Corredor Bioceânico, que consiste em um projeto de corredor rodoviário que pretende ligar os portos de Santos, no Brasil, aos portos de Antofagasta e Iquique, no Chile, de modo a reduzir tempo e custos na exportação de produtos para os mercados asiáticos, passando ainda pelo Paraguai e pela Argentina (Asato; Dorsa, 2022).

Tal Corredor integra um projeto maior, denominado Rota de Integração Latino-americana (Rila) ou Rota Bioceânica, que envolve o contexto de conexão e integração dos países contemplados pelo empreendimento para além da mera estrutura rodoviária e que, em razão de seu porte, também poderá ser responsável por significativos impactos climáticos.

Nesse sentido, considerando a incidência constante e cada vez mais intensa de uma crise climática global (IPCC, 2023), verifica-se a necessidade de adoção de medidas não apenas voltadas à mitigação dos impactos negativos que venham a decorrer da implementação da Rota – o que, por si só, depende de estudos que identifiquem esses possíveis impactos – como também da adoção de medidas que apresentem impactos positivos nas esferas ambiental e social, caracterizando, assim, um desenvolvimento urbano regenerativo.

Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo identificar os principais impactos climáticos que podem decorrer da implementação do Corredor Bioceânico e indicar alternativas para sua mitigação, de forma a fomentar o desenvolvimento sustentável e a concretização dos ODS 7, 11 e 13, relacionados à aplicação de energia limpa e renovável, à busca por cidades mais sustentáveis e à adoção de medidas para o combate às mudanças climáticas, respectivamente. Não obstante, propõe-se também indicar como o desenvolvimento regenerativo pode ser aplicado na Rota Bioceânica, de forma a garantir que tal empreendimento possa representar impactos ambientais e sociais positivos, para além da mera mitigação de danos climáticos.

Para tanto, utilizou-se uma abordagem qualitativa voltada à pesquisa bibliográfica e documental, baseada no método indutivo, considerando aspectos relacionados ao Corredor Bioceânico, com percepções gerais, bem como aos impactos climáticos que podem afetar as cidades situadas ao longo desse traçado.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS: CONTEXTOS E IMPLICAÇÕES

O tema das mudanças climáticas suscita ainda muitas controvérsias, especialmente quanto ao grau de responsabilidade da ação antrópica no processo de aceleração das alterações dos parâmetros climatológicos de escala global. Porém, é claro que essa temática representa uma das ameaças globais mais significativas do século XXI, que implicam em gatilhos sistêmicos para diversas problemáticas, como crises hídricas, alimentares, respiratórias, entre outras.

O relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM) sobre o Estado do Clima Global aponta que, individualmente, cada ano do período entre 2015 e 2024 figurou entre os 10 mais quentes já registrados, resultado, em grande parte, das elevadas concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, que se configuraram como as mais altas dos últimos 800 mil anos (World Meteorological Organization, 2025).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), a principal causa dessas mudanças climáticas é o aquecimento global, causado principalmente pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, os quais retêm calor pela absorção de radiação infravermelha. O relatório apresentado em 2021 concluiu que as concentrações de gases de efeito estufa aumentaram, nas últimas décadas, a uma velocidade jamais registrada nos últimos 22 mil anos, considerando períodos de centenas de anos.

O Painel reconhece que, por mais que o clima do planeta sempre tenha mudado naturalmente, as taxas de aquecimento recentes, bem como sua extensão, são incomuns e intensas, tendo inclusive revertido uma tendência planetária de resfriamento lento e a longo prazo (IPCC, 2023). Esses GEE, correspondentes a CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso), são decorrentes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2023), que ocorre especialmente nos setores de transporte, indústria e geração de energia.

Nesse contexto, a discussão sobre o transporte rodoviário, no Brasil, apresenta-se como de grande relevância. Seja pelo fato de o setor de transportes, de modo geral, representar a terceira maior fonte de emissões de CO₂ no mundo, seja em razão das emissões por unidade de PIB no Brasil terem aumentado 12% entre 2000 e 2016 (Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport, 2018). Todavia, a posição das cidades que são responsáveis por parte substancial das emissões de gases de efeito estufa constitui outro cerne da crise climática, uma vez que contribuem diretamente para o aumento das temperaturas e da poluição, sendo também vulneráveis aos consequentes efeitos climáticos e ambientais (UN-Habitat, 2024).

De acordo com o IPCC (2023), em 2020, as zonas urbanas representaram entre 67% e 72% da participação global nas emissões de GEE. Soma-se a isso a crescente instabilidade nos padrões de precipitação, que agrava a ocorrência de desastres naturais, como secas, inundações, enchentes e a elevação do nível do mar. Também são responsáveis pelo aquecimento global os desmatamentos, sendo que, especificamente na América Latina e no Caribe, aponta-se que suas florestas tropicais removem grande quantidade de CO₂ da atmosfera, filtrando o referido gás ao armazená-lo em sua biomassa (Ardila *et al.*, 2021). O desmatamento acaba por destruir esse filtro, o que implica a liberação do gás mencionado.

Freire, Lima e Silva (2018), ao estudarem a implantação e os impactos envolvidos na Usina de Belo Monte, a qual consistiu em uma obra de grande porte tal qual a Rota Bioceânica, perceberam a urbanização desordenada como mais uma consequência do empreendimento. Os autores concluíram que grandes obras atraem migração, provocando o crescimento acelerado e desordenado de cidades, o que gera pressão sobre unidades de conservação, terras indígenas e

áreas de preservação permanente, além de acarretar problemas sociais, como favelização, falta de saneamento e aumento da desigualdade.

O aumento da vulnerabilidade climática de populações locais também foi apontado por Freitas *et al.* (2012). Os autores entendem que condições de vulnerabilidade resultam de processos sociais e mudanças ambientais que denominamos de vulnerabilidade socioambiental, pois combinam:

a) os processos sociais que resultam na precariedade das condições de vida e proteção social (trabalho, renda, saúde e educação, assim como aspectos ligados à infraestrutura, como habitações saudáveis e seguras, estradas, saneamento, entre outros), que tornam determinados grupos populacionais (por exemplo, idosos, mulheres e crianças), principalmente entre os mais pobres, vulneráveis aos desastres; b) as mudanças ambientais resultantes da degradação ambiental (áreas de proteção ambiental ocupadas, desmatamento de encostas, ocupação desordenada do solo urbano, precariedade de sistemas de drenagem e resíduos sólidos, poluição de águas, solos e atmosfera, entre outros), que tornam determinadas áreas mais vulneráveis frente à ocorrência de ameaças e seus eventos subsequentes.

Melo (2017) destacou que, em obras de infraestrutura, os impactos ambientais compreendem a alteração do ecossistema natural, a modificação da paisagem, o afugentamento da fauna, a remoção da vegetação nativa, o aumento da circulação de veículos e máquinas pesadas, a emissão de material particulado, a degradação do solo, a alteração da qualidade do ar e da água, a geração de resíduos e efluentes, a alteração dos níveis de pressão sonora e o aumento dos fatores de perturbação da fauna terrestre.

Segundo o IPCC (2023), o atraso nas ações de mitigação agravará ainda mais o aquecimento global, aumentando as perdas e os danos. Os desafios decorrentes do atraso nas ações de adaptação e mitigação incluem o risco de aumento de custos, bloqueio de infraestrutura, ociosidade de ativos e redução da viabilidade e da eficácia das opções de adaptação e mitigação.

Sob tal perspectiva, torna-se essencial analisar os grandes empreendimentos de infraestrutura em curso, como o Corredor Bioceânico, cujos impactos sobre os processos em questão dependerão das escolhas tecnológicas, econômicas e políticas adotadas.

3 O CORREDOR BIOCEÂNICO E POSSÍVEIS IMPACTOS CLIMÁTICOS ASSOCIADOS

As obras de infraestrutura são indispensáveis para o desenvolvimento econômico, caracterizando-se por sua dimensão, finalidade (transporte, geração de energia, captação de água, entre outros) e consequentes impactos. Nas últimas cinco décadas, a diversidade de obras executadas no Brasil, em todas as regiões, tanto de infraestrutura quanto de edificações, comprova a expansão do setor e a ampliação da geração de impactos ambientais relevantes (Melo, 2017).

O Corredor Rodoviário Bioceânico teve seu projeto de implantação formalizado em 2015 por meio da Declaração de Assunção, sendo idealizado como uma conexão viária entre os oceanos Atlântico e Pacífico, conectando Brasil, Paraguai, Argentina e Chile. A conexão entre tais países, com relação à infraestrutura, vai envolver a criação ou ampliação da malha viária entre eles, bem como a construção da Ponte Bioceânica, destinada a ligar o município de Porto Murtinho, no Brasil, ao município de Carmelo Peralta, no Paraguai (Observarota, 2025).

Figura 1 – Traçado do Corredor Bioceânico



Fonte: Observarota (2025).

No entanto, apesar de a obra não estar concluída, já existem previsões sobre impactos esperados, inclusive de natureza ambiental, que podem estar relacionados à ampliação de prejuízos climáticos. Um dos primeiros desafios já identificados, em razão da própria natureza do empreendimento, é o aumento da poluição atmosférica em decorrência da emissão de gases poluentes por veículos que passarão a trafegar em grande quantidade na região (Arguelho *et al.*, 2023).

O aumento do tráfego de veículos automotores é uma consequência natural da construção da via; apenas no Brasil, em 2024, foram comercializados 44,19 bilhões de litros de gasolina C, ficando atrás apenas do diesel B, com 67,25 bilhões de litros comercializados (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025). Também se deve considerar, em relação ao corredor rodoviário em si, as estratégias de iluminação pública para fins de tráfego noturno, uma vez que o uso de fontes de energia não renováveis pode contribuir ativamente para impactos de natureza climática.

O IPCC reconheceu que a queima de combustíveis fósseis, assim como o uso desigual e insustentável de energia, contribuiu para o aumento do aquecimento global em 1,1°C (IPCC, 2023). Ademais, Arguelho *et al.* (2023) citam que, em razão do aumento da competitividade decorrente da Rota Bioceânica, da facilitação da logística e da valorização das áreas, é possível prever aumento da demanda por terras e, especialmente, o fomento ao desmatamento na região do Pantanal.

Tanto o desmatamento de florestas quanto a substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis para a expansão urbana liberam grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, contribuindo significativamente para o efeito estufa (Rocha *et al.*, 2006).

No contexto da Rota Bioceânica, autores como Asato e Dorsa (2022) citaram o aumento populacional decorrente da migração facilitada pela Rota, enquanto Arguelho *et al.* (2023) levantaram impactos urbanísticos significativos, tais como a falta de saneamento básico, moradias precárias e ocupações de áreas de sensibilidade ambiental (por exemplo, nas margens dos rios, em áreas de preservação permanente), entre outros. Destaca-se, ainda, que as mudanças climáticas afetam a disponibilidade de recursos para a fauna silvestre, que precisa percorrer distâncias cada vez maiores em busca destes e, por vezes, invadir áreas urbanas ou cruzar rodovias, o que resulta em atropelamentos.

Nesse contexto, o Corredor Bioceânico em si, enquanto empreendimento rodoviário, pode vir a ter um papel crucial no que diz respeito ao atropelamento de fauna silvestre, sendo este um efeito mais associado às consequências das mudanças climáticas do que às suas causas. As previsões envolvendo esses impactos ambientais relacionados ao clima são resultado de estudos que evidenciam, desde já, a preocupação com a sustentabilidade na implementação do Projeto.

Com relação à poluição atmosférica resultante da queima de combustíveis fósseis, deficiências apontadas na malha viária podem ser consideradas preocupantes, uma vez que rodovias com pavimentação inadequada tendem a aumentar o consumo de combustível dos veículos, estimando-se que o uso de diesel possa ser até 5% maior nessas condições em relação às estradas em bom estado de conservação (CNT, 2024). Portanto, o investimento inicial na construção de uma via em boas condições pode já ser uma importante ação mitigatória.

Não obstante, já se considera o potencial do hidrogênio verde como alternativa para a redução das emissões no setor de transporte, conforme mencionado durante o Seminário Internacional da Rota Bioceânica, realizado em 2025 (Gamarra; Cavalcanti, 2025). O hidrogênio verde se apresenta como uma fonte de energia que não produz qualquer emissão de gases de efeito estufa, já que sua combustão tem como produto água, e não gases, podendo ser queimado ou convertido em eletricidade, apresentando ainda alta densidade de energia, ideal para transportes de longa distância (Lara; Richter, 2023). Essa medida não apenas implica o uso de energia limpa (ODS 7), mas também a redução de GEE por meio da substituição de combustíveis fósseis (ODS 13).

Com relação à iluminação das vias, como o projeto ainda não está concluído, não há informações concretas sobre as tecnologias a serem utilizadas nesse contexto. Contudo, na Carta de Campo Grande, documento resultante do já mencionado Seminário Internacional da Rota Bioceânica, os governadores e autoridades presentes ratificaram o compromisso de fortalecer o Corredor Bioceânico enquanto promotor do desenvolvimento sustentável (Mato Grosso do Sul, 2025).

Sendo assim, a adoção de tecnologias ambientalmente eficientes, como lâmpadas LED e alimentação por energia solar, é uma alternativa que pode concretizar os objetivos do próprio projeto, atendendo ao ODS 7 sobre uso de energia limpa e acessível. Ressalta-se que a não adoção de tecnologias ambientalmente eficientes no Corredor Bioceânico afeta diretamente a sustentabilidade do empreendimento, que é uma condição imprescindível para a concretização desse tipo de desenvolvimento.

Em relação ao desmatamento de florestas, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), enquanto instrumento de planejamento territorial destinado a organizar seu uso e ocupação,

estipulado na Política Nacional do Meio Ambiente e regulamentado pelo Decreto nº 4.297/2002 (Brasil, 2002), busca a “sustentabilidade ecológica, econômica e social, com vistas a contabilizar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais” e pode ser útil para lidar com essa problemática, especialmente se decorrente da expansão urbana desordenada, de modo a concretizar o ODS 11.

Cabe destacar, com relação ao atropelamento de fauna silvestre, a iniciativa do Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul (MPMS) ao criar o Fórum “Rota Sustentável de Prevenção a Colisões com a Fauna Silvestre nas Rodovias do MS”, destinado a possibilitar discussões sobre a adoção de medidas preventivas e mitigatórias consideradas indispensáveis para reduzir os acidentes envolvendo animais silvestres em trechos pavimentados e não pavimentados das rodovias do estado (Ministério Público de Mato Grosso do Sul, 2024).

Verifica-se, portanto, que o Corredor Bioceânico, por si só, implica em possíveis impactos climáticos já estipulados, para os quais existem medidas concretas e já consideradas como forma de garantir que o desenvolvimento de tal empreendimento se dê de forma sustentável. Não obstante, há que se discutir a possibilidade de que, além de sustentável, tal desenvolvimento possa ser regenerativo, garantindo a resiliência dos locais contemplados pela Rota Bioceânica como um todo.

Quadro 1 – Síntese dos impactos esperados em decorrência da Rota Bioceânica e das soluções propostas

Impactos Potenciais	Descrição/Causa	Soluções e estratégias propostas
1. Poluição atmosférica	Aumento da emissão de gases poluentes em função do tráfego intenso de veículos de carga e passageiros.	Construção de vias com boas condições estruturais para reduzir o consumo e as emissões; investimento em tecnologias de combustíveis alternativos, como o hidrogênio verde, para a descarbonização do transporte.
2. Consumo energético e iluminação pública	Ampliação da iluminação para o tráfego noturno, com possível uso de fontes fósseis, contribuindo para emissões.	Instalação de lâmpadas LED e de um sistema de alimentação por energia solar, visando à eficiência energética e à redução de emissões.
3. Expansão urbana e desmatamento	Aumento da demanda por terras e desmatamento, especialmente na região do Pantanal, em decorrência da valorização imobiliária e da ocupação desordenada.	Aplicação do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) para orientar o uso e ocupação do solo e conter o avanço sobre áreas de preservação.
4. Crescimento populacional e impactos urbanísticos	Migração estimulada pela Rota, gerando pressão sobre a infraestrutura urbana, a habitação e o saneamento básico.	Planejamento urbano sustentável – Programas habitacionais e de saneamento ambiental, bem como fiscalização de ocupações em APPs e áreas sensíveis.
5. Atropelamento de fauna silvestre	Intensificação do tráfego e deslocamento de fauna, devido à escassez de recursos naturais e à fragmentação de habitats.	Fórum Rota Sustentável de Prevenção a Colisões com a Fauna Silvestre nas Rodovias de MS, criado pelo MPMS, promovendo ações de prevenção e mitigação; implementação de passagens de fauna, cercas direcionadoras e sinalização ecológica.

Fonte: Elaboração própria (2025).

4 PERSPECTIVAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO REGENERATIVO NA ROTA BIOCEÂNICA

O desenvolvimento regenerativo entende que a realidade é socialmente construída no contexto de um mundo que é imprevisível e está continuamente em mudança (Camrass, 2022). Percebe-se que a mudança fundamental em prol da sustentabilidade regenerativa requer, literalmente, uma nova maneira de pensar, que seja voltada para as questões complexas de ambientes vivos de forma sistêmica.

Sob esse prisma, ainda que a obra em si não esteja fisicamente concluída, o modo como será conduzida deve ser pautado por princípios que considerem a complexidade dos sistemas vivos e reconheçam que cada decisão interfere em múltiplas dimensões sociais e ambientais. Trata-se, portanto, de um processo que ultrapassa a simples execução de uma infraestrutura, exigindo uma postura crítica e reflexiva capaz de articular integração territorial e resiliência ecológica e social.

Ao tratar do licenciamento ambiental das obras ou atividades que venham a se instalar nos municípios contemplados pela Rota Bioceânica, atraídos por sua potencialidade de desenvolvimento, cabe destacar a necessidade de adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), enquanto metodologia que impõe a aplicação de uma técnica específica para o alcance mais eficiente e avançado do desenvolvimento e execução das atividades, de modo a atingir um nível mais elevado de proteção ambiental em equilíbrio com sua viabilidade econômica, dentre as técnicas que estejam disponíveis.

Verifica-se que, no Brasil, não há obrigatoriedade normativa de implementação das MTDs; no entanto, interpreta-se logicamente que a não implementação das Melhores Técnicas Disponíveis ofende o próprio raciocínio que fundamenta a obrigatoriedade da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como pré-requisito para a concessão de licenciamento ambiental (Loubet *et al.*, 2023).

Isto porque, de acordo com Loubet *et al.* (2023), se a necessidade de concessão de licença está vinculada à realização de estudo para definir a forma de execução da atividade, de modo a eliminar ou mitigar os eventuais impactos ambientais negativos que dela possam decorrer, não há lógica em admitir a adoção de métodos menos vantajosos ao meio ambiente, o que corresponde precisamente à proposta das Melhores Técnicas Disponíveis (MTDs).

Outrossim, a aplicação das MTDs está relacionada à concretização de princípios do Direito Ambiental, como os da sustentabilidade, do contaminador-pagador e do usuário-pagador, da indisponibilidade do meio ambiente e da prevenção (Loubet *et al.*, 2023). Nesse contexto de implementação das Melhores Técnicas Disponíveis, inclui-se a aplicação de Soluções baseadas na Natureza (SbN), uma vez que consistem em “possíveis ações ambientalmente mais favoráveis, que se inspiram e simulam os processos ecológicos que podem ser verificados na própria natureza, com a finalidade de promover maiores benefícios sociais, econômicos e ambientais” (Loubet *et al.*, 2023).

Tais soluções permitem a integração entre infraestrutura “verde” (natural e ecossistêmica) e infraestrutura “cinza” (construída em áreas urbanas), promovendo a restauração ecológica de ecossistemas degradados, visando ao aprimoramento de sua estrutura ou de sua função natural.

Tem-se, portanto, que as SbN devem ser analisadas no procedimento de licenciamento ambiental enquanto alternativa aplicável, em conjunto com outras técnicas, de modo a assegurar a adoção das Melhores Técnicas Disponíveis e garantir a máxima proteção ambiental possível e benefícios sociais adicionais, consistindo em medida de concretização do desenvolvimento regenerativo.

Nesse sentido, autores como Gibbons *et al.* (2020) destacam que práticas regenerativas envolvem SbN com foco social, levantando a infraestrutura urbana; culturas pautadas no meio ambiente; uso de compostos e biocarvão; práticas baseadas na consciência; políticas que apoiam as comunidades e a natureza; processos de governança participativos.

Haselsteiner *et al.* (2021) apontaram que os principais impulsionadores das práticas regenerativas são o uso eficaz de energia, o bem-estar dos usuários dos edifícios, a redução dos impactos ambientais, a melhoria da imagem de mercado e a obtenção de certificações de edifícios, como selos de sustentabilidade.

Mang e Reed (2012, p. 05) abordam quatro premissas da metodologia regenerativa, sendo elas:

- 1. Papel dos Humanos** – desenvolvimento e *design* regenerativos significam a reconexão das aspirações e atividades humanas com a evolução dos sistemas naturais;
- 2. Uma nova mente** – mudar a mentalidade não é apenas adotar alguns novos “modelos mentais”, mas trazer uma mente totalmente nova, que mantém uma visão de mundo muito diferente e o aborda a partir de um paradigma distinto daquele já conhecido;
- 3. Um novo papel** – a visão de mundo ecológica e o paradigma regenerativo têm implicações significativas para o processo e definição do *design*. Um praticante regenerativo projeta um ecossistema que integra sistemas vivos naturais e humanos para criar e sustentar maior saúde para ambos;
- 4. Trabalhar em termos de desenvolvimento** – a regeneração depende de um processo de desenvolvimento que melhore o valor do todo, trabalhe para levar os sistemas ao próximo nível e evoque um conjunto de objetivos de ordem superior.

Assim, soluções pontuais podem vir a dirimir problemas pontuais, como já citado. Porém, quando se trata de desenvolvimento regenerativo, entende-se que mesmo os problemas pontuais trazem sucessões de consequências e que estes, quando pensados de maneira sistêmica, podem vir a trazer resultados mais consistentes.

É nesse contexto que o desenvolvimento regenerativo se diferencia do desenvolvimento meramente sustentável, superando-o: o primeiro busca garantir que, através de soluções sistêmicas, sejam alcançados impactos ambientais e sociais positivos, que representem uma vantagem com relação ao que já se verificava no local, enquanto o último busca apenas a adoção de medidas que impliquem impacto zero ao meio, evitando prejuízos.

Nesse sentido, sabe-se que as áreas urbanas concentram mais de 70% das emissões globais de gases de efeito estufa e abrigam mais da metade da população mundial. Portanto, é crucial desenvolver cidades que reduzam significativamente sua pegada de carbono, considerando também o aumento das temperaturas e a vulnerabilidade dos espaços urbanos (Mauree *et al.*, 2018).

De tal maneira, a mitigação de impactos não pode se limitar à obra viária em si, visto que não há como evitar integralmente suas emissões e efeitos diretos, mas sim direcionar esforços regenerativos às cidades e áreas urbanas impactadas pela Rota. Sob tal perspectiva, a mitigação dos impactos decorrentes da implementação da Rota Bioceânica não se restringe apenas à estrada. Embora a infraestrutura principal concentre os fluxos logísticos e econômicos previstos, é nas cidades situadas em sua área de influência que grande parte das repercussões ambientais, socioeconômicas e demográficas será efetivamente percebida.

A nova dinâmica territorial tende a provocar fluxos migratórios significativos, tanto de trabalhadores atraídos pelas oportunidades econômicas quanto de populações deslocadas

por transformações no uso e na ocupação do solo. Esses movimentos populacionais impactam diretamente a demanda por serviços públicos, habitação, saneamento e infraestrutura urbana, podendo acentuar desigualdades preexistentes.

Nesse contexto, as estratégias de mitigação devem priorizar ações descentralizadas, direcionadas às cidades e comunidades mais vulneráveis aos efeitos da Rota, com um olhar caso a caso. Isso envolve a criação ou a discussão de instrumentos de ordenamento territorial, visando novas formas de implementação, bem como a análise constante desses instrumentos; além de políticas de proteção ambiental e programas de integração social e econômica para acolher novos fluxos populacionais.

Segundo Thomson e Newman (2018), essas estratégias, fundamentadas no planejamento baseado na natureza, são profundamente culturais e ainda pouco desenvolvidas para implementação prática por profissionais. Por isso, podem demandar um ritmo de desenvolvimento mais lento, o que reforça a importância de antecipar possíveis impactos futuros e de incluir as comunidades afetadas no processo de discussão.

O desenvolvimento regenerativo, como visto, busca garantir que as ações destinadas ao seu alcance não apenas deixem de causar impactos negativos ao meio ambiente, como também promovam impactos que sejam considerados positivos nesse aspecto. Nesse sentido, Jenkin e Zari (2009) reconhecem que as atuais práticas de sustentabilidade aplicadas ao meio ambiente construído, que objetivam causar menores impactos ou danos, não são suficientes para alcançar um ambiente efetivamente sustentável.

A construção do Corredor Bioceânico, como visto, possui a perspectiva e o interesse concreto de executar ações de sustentabilidade, que, no entanto, não tem escopo regenerativo para o meio ambiente. Assim, acaba por manter e reforçar padrões de apropriação e exploração do território ao não considerar, para além da mitigação de danos, o fortalecimento da resiliência dos locais a serem contemplados pelo empreendimento.

Considerando o avanço do projeto, bem como sua já estruturada implementação, verifica-se que a possibilidade de concretização do desenvolvimento regenerativo reside em considerar, na Rota Bioceânica, as medidas que podem ser adotadas nas cidades a serem impactadas pela obra.

De tal maneira, as cidades, por intermédio de programas de reflorestamento, podem recompor áreas degradadas, com o propósito de ajudar a reconstituir os ecossistemas originais, para além de recompor somente o que tiver sido desmatado após a implementação da Rota. Além disso, tem-se que as cortinas vegetais — vegetação urbana — podem contribuir para a redução de ruído urbano (Kuhn; Silva, 2019), caracterizando-se como uma medida viável para esses benefícios ambientais.

Merecem atenção também a questão do adequado planejamento do uso do solo e o aumento da arborização, que trazem inúmeros benefícios às cidades e, paralelamente, contribuem para a redução de emissões de GEE (SEEG Municípios, 2023). Nessa perspectiva, Asato e Dorsa (2022, p. 106) recomendam que os municípios por onde perpassa o itinerário da Rota atualizem o plano diretor urbano, para que este “atenda às questões locais a partir da intensificação da obra e do contexto total da Rota”.

O Plano Diretor, por lei, deve ser revisado pelo menos a cada 10 anos, prazo estabelecido pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001). No entanto, considerando a necessidade de garantir a resiliência, em um contexto em que as cidades se encontram em constante

transformação e ocorrem diversos eventos climáticos, percebe-se a necessidade de que as revisões desses planos acompanhem tais dinâmicas.

De modo a concretizar o desenvolvimento regenerativo, uma eventual atualização do plano diretor urbano deverá estipular medidas destinadas, por exemplo, à densificação eficiente, garantindo que esta seja aplicada no interior da área já edificada para que se integre às redes de infraestrutura já disponíveis, levando em conta uma escala territorial mais abrangente (UN-Habitat, 2024).

Propõe-se, assim, evitar o crescimento desordenado das cidades e a expansão dos núcleos urbanos sobre áreas ambientais, rurais ou mesmo sobre terras indígenas. Ademais, para garantir o desenvolvimento local, a comunidade ali inserida deverá ser integrada ao processo de decisão e à definição das medidas a serem incorporadas à atualização do plano diretor urbano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As potencialidades da implementação do Corredor Bioceânico são inegáveis, mas seus impactos climáticos não podem ser negligenciados. Nesse sentido, práticas que mitiguem o aumento da poluição, bem como soluções para a iluminação e para o desmatamento decorrente de eventual expansão urbana desordenada, foram trazidas de forma preliminar e inédita no presente estudo. O uso de hidrogênio verde como combustível, a iluminação LED alimentada por energia solar e a aplicação adequada do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) são alguns exemplos.

Tais medidas destinam-se a garantir que o desenvolvimento do empreendimento se dê de forma mais sustentável, buscando a concretização dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável associados à energia limpa e acessível (ODS 7), à implementação de cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e à ação contra a mudança global do clima (ODS 13).

No entanto, considerando a crise climática global que se verifica atualmente, com alguns prejuízos potencialmente irreversíveis, é essencial que um empreendimento de grande porte como o Corredor Bioceânico possa não apenas garantir um desenvolvimento sem novos impactos negativos (sustentável), mas sim um desenvolvimento que garanta a resiliência das cidades contempladas (regenerativo).

Considerando o avanço da construção do Corredor e sua própria natureza, verifica-se pouco potencial regenerativo em sua construção. No entanto, ao considerar a Rota de Integração Latino-americana como um todo, percebe-se que as cidades a serem contempladas por ela desempenham um papel fundamental na mitigação desses impactos de forma sistêmica, como busca o próprio conceito.

Para isso, é preciso compreender a Rota Bioceânica não apenas como um corredor de transporte, mas como um vetor de reconfiguração ambiental e social, sendo esta condição indispensável à compensação de impactos ambientais ou sociais. Deve-se buscar, portanto, a implementação de políticas públicas que estejam atentas aos impactos esperados da Rota e, desde sua gênese, proponham medidas voltadas a garantir a resiliência urbana das cidades impactadas, sendo igualmente necessária a implementação de instrumentos legais que acompanhem as mudanças do ambiente, de comportamento e de cultura.

Ademais, deve-se adotar medidas concretamente destinadas ao desenvolvimento regenerativo das áreas que serão diretamente impactadas pelo empreendimento, como a

adoção de Soluções baseadas na Natureza no contexto da implementação de Melhores Técnicas Disponíveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *País teve comercialização de mais de 130 bilhões de litros de combustíveis em 2024*. Rio de Janeiro: ANP, 14 fev. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/pais-teve-comercializacao-de-mais-de-130-bilhoes-de-litros-de-combustiveis-em-2024. Acesso em: 28 mai. 2025.

ARDILA, J.; ARIEIRA, J.; BAUCH, S. C.; BEZERRA, T.; BLACKMAN, A.; DAVID, O.; FINEGAN, B.; NASCIMENTO, N.; NEPSTAD, D.; NOBRE, C. A. *Florestas da América Latina e Caribe na década de 2020: tendências, desafios e oportunidades*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), 2021. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Florestas-da-America-Latina-e-Caribe-na-decada-de-2020-Tendencias-desafios-e-oportunidades.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2025.

ARGUELHO, J. F.; LOUBET, L. F.; EUGENIO, C.; BORGES, P. P. Necessidade de Avaliação Ambiental Estratégica na Rota Bioceânica em Mato Grosso do Sul. *Interações*, Campo Grande, MS, v. 24, n. 4, p. 1–14, 2023. Disponível em: <https://interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/4167>. Acesso em: 28 maio 2025.

ASATO, T. A.; DORSA, A. C. Rota Bioceânica Brasil-Paraguai-Argentina-Chile: desafios pela frente sob a ótica do desenvolvimento local. *Multitemas*, Campo Grande, MS, v. 26, n. 64, p. 101–22, set./dez. 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v26i64.3199>

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em: 11 set. 2025.

CAMRASS, K. Urban regenerative thinking and practice: a systematic literature review. *Building Research & Information*, Londres, v. 50, n. 14, p. 339–50, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2021.1922266>. Acesso em: 10 jun. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE [CNT]. *Pesquisa CNT de Rodovias 2024*: Relatório Gerencial. Brasília, DF: CNT / SEST SENAT / ITL, 2024. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/conteudo>. Acesso em: 10 set. 2025.

FREIRE, L. M.; LIMA, J. S.; SILVA, E. V. Belo Monte: fatos e impactos envolvidos na implantação da usina hidrelétrica na região Amazônica Paraense. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 305–19, set./dez. 2018. Doi: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-2>

FREITAS, C. M.; SILVA, D. R. X.; SENA, A. R. M.; SILVA, E. L.; SALES, L. B. F.; CARVALHO, M. L.; BARCELLOS, C.; COSTA, A. M.; OLIVEIRA, M. L. C.; CORVALÁN, C. Desastres naturais e saúde: uma análise da vulnerabilidade socioambiental no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 6, p. 949–57, 2012.

GAMARRA, J.; CAVALCANTI, I. Energia renovável e tecnologia são grandes diferenciais na Rota Bioceânica. *Campo Grande News*, Campo Grande, MS, 19 fev. 2025. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/brasil/cidades/energia-renovavel-e-tecnologia-sao-grandes-diferenciais-na-rota-bioceanica>. Acesso em: 30 mai. 2025.

GIBBONS, L. V.; PEARTHREE, G.; CLOUTIER, S. A.; EHLENZ, M. M. The development, application, and refinement of a Regenerative Development Evaluation Tool and indicators. *Ecological Indicators*, Oxford, v. 108, 105698, jan. 2020.

HASELSTEINER, E.; RIZVANOLLI, B. V.; SÁEZ, P. V.; KONTOVOURKIS, O. Drivers and barriers leading to a

successful paradigm shift toward regenerative neighborhoods. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, Abingdon, v. 13, n. 9, art. 5179, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/su13095179>

JENKIN, S.; ZARI, M. P. *Rethinking our built environments: Towards a sustainable future*. Nova Zelândia: Ministério do Meio Ambiente da Nova Zelândia, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261476724_Rethinking_our_built_environments_Towards_a_sustainable_future. Acesso em: 26 jun. 2026.

KUHN, D.; SILVA, R. C. P. A vegetação como instrumento para o planejamento urbano acústico. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC/ELACAC, 15., 2019, João Pessoa. *Anais [...]*. João Pessoa: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2019. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/download/3821/2923/11757>. Acesso em: 11 set. 2025.

LARA, D. M.; RICHTER, M. F. Hidrogênio verde: a fonte de energia do futuro. *Novos Cadernos NAEA*, Belém, v. 26, n. 1, jan./abr. 2023. Disponível em: <https://sl1nk.com/hidrogenio-verde>. Acesso em: 30 maio 2025.

LOUBET, L. F.; CATELLAN, L.; CARVALHO, M. A.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C. A interface entre as melhores técnicas disponíveis e soluções baseadas na natureza no licenciamento ambiental. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, v. 28, n. 111, p. 137–65, jul./set. 2023.

MANG, P.; REED, B. Designing from place: a regenerative framework and methodology. *Building Research and Information*, Londres, v. 40, n. 1, p. 23–38, 2012.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de meio ambiente, desenvolvimento, ciência, tecnologia e inovação. *Carta de Campo Grande: compromissos com a sustentabilidade e integração no Corredor Bioceânico*. Campo Grande, MS: SEMADESC, 2025. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/corredor-bioceanico-carta-de-campo-grande-apresenta-compromissos-com-a-sustentabilidade-e-integracao/>. Acesso em: 30 maio 2025.

MAUREE, D.; COCCOLO, S.; PERERA, A. T. D.; NIK, V.; SCARTEZZINI, J.; NABONI, E. A new framework to evaluate urban design using urban microclimatic modeling in future climatic conditions. *Sustainability*, [s.l.], v. 10, n. 4, 2018. Doi: <https://doi.org/10.3390/su10041134>. Acesso em: 9 ago. 2025.

MELO, S. F. S. Gestão de impactos ambientais na construção civil: práticas e desafios entre obras de infraestrutura e edificações. In: *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 8., 2017, Campo Grande. *Anais [...]*. Campo Grande, MS: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL [MPMS]. MPMS cria FRUM para prevenir acidentes com animais silvestres nas rodovias de MS. *Portal MPMS*, Campo Grande, MS, jul. 2024. Disponível em: <https://www.mpms.mp.br/noticias/2024/07/mpms-cria-frum-para-prevenir-acidentes-com-animais-silvestres-nas-rodovias-de-ms>. Acesso em: 8 set. 2025.

OBSERVAROTA. *Observatório Acadêmico da Rota Bioceânica*. Campo Grande, 2025. Disponível em: <https://www.observarota.com.br>. Acesso em: 28 mai. 2025.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS [IPCC]. Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Genebra: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

PARTNERSHIP ON SUSTAINABLE, LOW CARBON TRANSPORT (SLOCAT). *Transport and Climate Change Global Status Report 2018*. Amsterdam: SLoCaT Partnership, 2018, 184 p. Disponível em: https://www.changing-transport.org/wp-content/uploads/slocat_transport-and-climate-change-2018-web.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos: RiMa, 2006. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/biologia-da-conservacao-essencias/#:~:text=O%20coordenador%20do%20Programa%20de,S%C3%A3o%20Carlos>. Acesso em: 28 maio 2025.

SEEG Municípios. *Soluções para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Municípios Brasileiros*. [s.l.]: Observatório do Clima/SEEG, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/12/SEEG-SOLUCOES.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.

THOMSON, G.; NEWMAN, P. Cities and the Anthropocene: urban governance for the new era of regenerative cities. *Urban Studies*, Londres, v. 57, n. 1, p. 1502–19, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327617364>. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME [UN-HABITAT]. *Annual report 2023: local action in a time of crises*. Nairobi: UN-Habitat, 2024. Disponível em: <https://unhabitat.org/annual-report-2023>. Acesso em: 9 ago. 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *WMO Global Annual to Decadal Climate Update (2025–2029)*. Geneva: WMO, 2025. Disponível em: https://wmo.int/sites/default/files/2025-05/WMO_GADCU_2025-2029_Final.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

Sobre os autores:

Letícia Catellan: Mestranda em Desenvolvimento Local pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Membro do Grupo de Pesquisa Observatório Interdisciplinar de Desenvolvimento Local (OIDL). Pós-graduada em Gestão de Pessoas, em Direito Ambiental e em Gestão Ambiental pela UCDB. Bacharel em Direito pela UCDB. Supervisora do Núcleo de Prática em Direito Ambiental (NUPAM) na UCDB. Bolsista CAPES. **E-mail:** lecatellan@gmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-1700-2307>.

Natália Dotta: Doutoranda em Desenvolvimento Local pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Mestre em Eficiência energética e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Pós-Graduada em Design de interiores pelo Instituto de Pós-Graduação. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp). Membro do grupo de pesquisa do Projeto Observatório interdisciplinar de pesquisa e inovação e suas interfaces: UCDB-MS e Rede universitária latino-americana (UniRila) com vistas à Rota bioceânica. **E-mail:** dottaarquitetura@gmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0009-0006-3006-5691>.

Luciano Furtado Loubet: Doutor e mestre em Direito Ambiental e da Sustentabilidade pela Universidade de Alicante, Espanha. Pós-graduado em Direito Ambiental pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp) e em Direito Tributário pelo Instituto Brasileiro de Estudos Tributários. Graduated in Direito pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Promotor de Justiça do Núcleo Ambiental do Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul. Atualmente é presidente da Associação Brasileira dos Membros de Ministério Público Ambiental (ABRAMPA). **E-mail:** lucianoloubet@mpms.mp.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0009-0007-4807-4497>.

Disponibilidade de dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Editora Avaliadora do artigo: Zenicléia Deggerone.

Editora-chefe responsável pelo artigo: Arlinda Cantero Dorsa.
