

**GOVERNANÇA
POLICÊNTRICA, SANDBOX
REGULATÓRIO E BLENDED
FINANCE PARA RODOVIAS
SUSTENTÁVEIS NA
AMAZÔNIA: UMA
ARQUITETURA
INSTITUCIONAL
ORIENTADA À
PERFORMANCE
TERRITORIAL VERIFICÁVEL**

**POLYCENTRIC GOVERNANCE, REGULATORY SANDBOXES, AND BLENDED
FINANCE FOR SUSTAINABLE ROADS IN THE AMAZON: AN INSTITUTIONAL
ARCHITECTURE ORIENTED TOWARD VERIFIABLE TERRITORIAL
PERFORMANCE**

Thiago Rodrigues Gonçalves Caetano¹

Marc Marie Luc Philippe Jacquinet²

Antônio Willian Flores de Melo³

RESUMO

A crise da infraestrutura rodoviária na Amazônia não decorre apenas de limitações de engenharia ou de insuficiências ambientais pontuais, mas de falhas institucionais mais profundas, expressas na fragmentação decisória, no predomínio de controles procedimentais e na ausência de mecanismos capazes de assegurar desempenho socioecológico contínuo ao longo do ciclo de vida da rodovia. Este artigo examina os limites do modelo convencional de governança rodoviária em fronteiras florestais tropicais e propõe uma arquitetura institucional orientada à performance territorial verificável. Sua contribuição original consiste em integrar, em um mesmo enquadramento analítico, governança policêntrica, sandbox regulatório e blended finance orientado a resultados, dimensões frequentemente tratadas de forma dissociada na literatura. Metodologicamente, o estudo combina revisão crítica integrativa, análise teórico-conceitual e aplicação analítica ao corredor da BR-364/AC, no trecho entre Manoel Urbano e Feijó, tomado como caso-piloto institucional para experimentação, monitoramento e aprendizagem adaptativa. Argumenta-se que a insuficiência do modelo vigente também decorre do descompasso entre o financiamento concentrado na implantação da obra e a carência de mecanismos permanentes de custeio da operação, do monitoramento e da manutenção adaptativa. Em resposta, propõe-se um arranjo baseado em coordenação multiescalar, contratação por desempenho com métricas auditáveis e engenharia financeira voltada à sustentação do ciclo de vida socioecológico da infraestrutura. Conclui-se que a sustentabilidade rodoviária na Amazônia exige a transição da conformidade formal e episódica para uma governança adaptativa fundada em desempenho territorial mensurável, auditável e institucionalmente internalizado.

Palavras-chave: Governança policêntrica. Sandbox regulatório.

Blended finance. Infraestrutura rodoviária amazônica. Performance territorial verificável.

ABSTRACT

The crisis of road infrastructure in the Amazon does not stem solely from engineering limitations or isolated environmental shortcomings, but from deeper institutional failures expressed in fragmented decision-making, the predominance of procedural compliance, and the absence of mechanisms capable of ensuring continuous socioecological performance throughout the life cycle of road infrastructure. This article examines the limitations of the conventional model of road governance in tropical forest frontiers and proposes an institutional architecture oriented toward verifiable territorial performance. Its original contribution lies in integrating polycentric governance, regulatory sandbox experimentation, and results-oriented blended finance within a single analytical framework—dimensions that are often treated separately in the literature. Methodologically, the study combines an integrative critical review, theoretical–conceptual analysis, and an analytical application to the BR-364/AC corridor between Manoel Urbano and Feijó, which is treated as an institutional pilot case for experimentation, monitoring, and adaptive learning. The analysis argues that the shortcomings of the prevailing governance model also arise from the mismatch between financial arrangements focused primarily on construction and the lack of permanent mechanisms to support operation, monitoring, and adaptive maintenance. In response, the article proposes an institutional arrangement based on multilevel coordination, performance-based contracting with auditable metrics, and financial engineering designed to sustain the socioecological life cycle of infrastructure. The study concludes that achieving sustainable road infrastructure

in the Amazon requires a transition from episodic procedural compliance to adaptive governance grounded in measurable, auditable, and institutionally embedded territorial performance.

Keywords: Polycentric governance. Regulatory sandbox. Blended finance. Amazon road infrastructure. Verifiable territorial performance.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade da infraestrutura rodoviária na Amazônia não pode ser reduzida a um problema estritamente técnico, circunscrito ao traçado da via, à seleção de materiais ou à mitigação pontual de impactos ambientais. Em regiões de fronteira florestal, a rodovia atua como infraestrutura indutora de transformações territoriais amplas, ao reorganizar acessibilidade, alterar padrões de ocupação, estimular a expansão de atividades econômicas e intensificar a interface entre mobilidade, desmatamento, degradação e conflito socioambiental. A literatura recente tem demonstrado que o sistema amazônico se encontra submetido a perturbações compostas — entre elas aquecimento, secas, fogo, fragmentação e mudança do uso da terra — capazes de comprometer a resiliência ecológica da floresta e ampliar a probabilidade de transições críticas em escala regional (FLORES et al., 2024; BUTT et al., 2023). Nessa chave, a expansão e a operação de corredores rodoviários deixam de representar apenas obras lineares de transporte e passam a constituir vetores de reorganização territorial com efeitos cumulativos, difusos e duradouros (VILELA et al., 2020).

Esse diagnóstico impõe uma inflexão analítica relevante. Se a rodovia amazônica constitui vetor de reorganização territorial e de amplificação de vulnerabilidades socioecológicas, então sua

sustentabilidade não depende apenas de atributos de engenharia, mas do arranjo institucional que regula sua concepção, licenciamento, implantação, operação, monitoramento e correção ao longo do tempo. Em outras palavras, a crise das rodovias amazônicas deve ser lida, em larga medida, como uma crise de governança, na medida em que a dificuldade central não reside apenas na existência de normas, condicionantes ou instrumentos de controle, mas na capacidade institucional de coordenar múltiplos centros de decisão, sustentar monitoramento contínuo, promover aprendizagem pública e transformar evidências territoriais em correção adaptativa (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

No contexto amazônico, essa discussão torna-se ainda mais sensível porque o desempenho socioambiental de uma rodovia depende de coordenação permanente entre órgãos federais, estaduais e locais, instituições de fiscalização, sistema de justiça, comunidades afetadas, centros de pesquisa, operadores contratuais e mecanismos de financiamento. A simples existência de competências formalmente distribuídas entre diversos atores não assegura proteção territorial efetiva. Ao contrário, a fragmentação decisória pode reforçar zonas de omissão, sobreposição de atribuições, assimetrias informacionais e baixa capacidade de resposta. Por essa razão, a policentricidade não deve ser romantizada como virtude automática da multiplicidade institucional. Como assinalam BALDWIN (2024) e KELLNER, PETROVICS e HUITEMA (2024), a efetividade de arranjos policêntricos depende de desenho institucional consistente, clareza de papéis, coordenação entre escalas, tratamento explícito das relações de poder e aderência às preferências democráticas.

Nessa perspectiva, o modelo tradicional de licenciamento e gestão revela limitações estruturais. Embora o licenciamento ambiental permaneça instrumento indispensável de controle ex ante, sua racionalidade predominante tende a privilegiar a conformidade procedimental e a sucessão de atos autorizativos, sem necessariamente assegurar desempenho territorial contínuo e verificável. O problema não está na existência das licenças em si, mas no fato de que corredores viários em florestas tropicais produzem efeitos cumulativos, indiretos e dinâmicos que não se deixam governar adequadamente por uma lógica predominantemente documental e episódica. Em ambientes dessa natureza, passivos relacionados à fragmentação da paisagem, à intensificação de bordas, à reorganização de drenagens, à erosão progressiva, à abertura de acessos secundários e à pressão sobre áreas sensíveis frequentemente se manifestam de forma escalonada, territorialmente expansiva e dependente da qualidade da operação e da manutenção da infraestrutura. O resultado é um descompasso entre a lógica procedimental do controle e a natureza processual dos impactos efetivos (DVOŘÁKOVÁ et al., 2024; VILELA et al., 2020).

É nesse ponto que se localiza a lacuna científica que o presente artigo procura enfrentar. Os debates contemporâneos sobre infraestrutura sustentável, governança ambiental e transformação institucional avançaram significativamente na discussão de governança policêntrica, governança adaptativa, accountability multiescalar, experimentação regulatória e finanças orientadas à resiliência climática. Ainda assim, essas dimensões permanecem frequentemente tratadas de forma dissociada. São raros os estudos que articulam, em um único enquadramento institucional operacionalizável, mecanismos de coordenação policêntrica,

instrumentos regulatórios experimentais e arquiteturas financeiras voltadas à sustentação do ciclo de vida socioecológico da infraestrutura rodoviária em florestas tropicais. Também permanecem escassas as formulações que convertam esse debate em modelo aplicável a corredores amazônicos concretos, com responsabilidades definidas, métricas auditáveis, monitoramento independente e potencial de aprendizagem institucional (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

A pergunta de pesquisa que orienta este artigo pode ser formulada nos seguintes termos: como estruturar uma arquitetura institucional capaz de converter a sustentabilidade rodoviária amazônica de exigência procedimental episódica em performance territorial verificável ao longo do ciclo de vida da infraestrutura? A hipótese defendida é que corredores rodoviários situados em ambientes tropicais de alta sensibilidade socioecológica tendem a apresentar governança mais eficaz quando licenciamento, contratação, monitoramento e financiamento deixam de operar como esferas funcionalmente dissociadas e passam a ser reorganizados sob uma lógica integrada de desempenho territorial. Essa reorganização exige, simultaneamente, coordenação multiescalar com responsabilização clara, ambiente regulatório experimental apto a acomodar inovação contratual e mecanismos financeiros capazes de sustentar operação, manutenção adaptativa, monitoramento e remuneração por resultados verificáveis.

É nesse quadro que a governança policêntrica se apresenta como alternativa promissora, desde que estruturada com clareza institucional, definição de papéis e mecanismos robustos de coordenação. Seu potencial decorre da possibilidade de combinar capacidades complementares: o Estado fornece autoridade

normativa, coordenação estratégica e coerção legítima; a academia contribui com produção de conhecimento, modelagem, monitoramento e validação metodológica; comunidades locais oferecem conhecimento situado, vigilância territorial e percepção fina dos efeitos distribuídos da infraestrutura; órgãos de controle ampliam accountability; e operadores contratuais respondem pela execução em bases verificáveis. O ponto decisivo, contudo, não está apenas em distribuir competências, mas em construir mecanismos de interoperabilidade decisória, circulação qualificada de informação e correção adaptativa de trajetória. A literatura recente é clara ao indicar que o desempenho de arranjos policêntricos depende menos da quantidade de centros decisórios e mais da qualidade das interações entre eles, da capacidade estatal de coordenação e do tratamento explícito das assimetrias de poder que atravessam a governança ambiental (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

Ainda assim, governança policêntrica, por si só, não resolve o problema da implementação. Para que a inovação institucional se traduza em melhor desempenho territorial, ela precisa ser acompanhada por instrumentos jurídicos e contratuais compatíveis com ambientes de elevada complexidade, incerteza e irreversibilidade potencial. É nesse ponto que a noção de sandbox regulatório se revela particularmente fecunda. Embora o conceito tenha se difundido inicialmente em setores como finanças e inovação tecnológica, sua lógica — experimentação controlada, monitoramento reforçado, aprendizagem institucional e revisão regulatória baseada em evidências — mostra-se altamente pertinente para a gestão de infraestruturas socioecológicas complexas. Em matéria rodoviária, isso implica substituir modelos excessivamente prescritivos e rígidos por arranjos que definam

objetivos públicos, salvaguardas, métricas auditáveis, monitoramento independente e procedimentos de revisão progressiva, abrindo espaço para contratação por solução e por desempenho sem renunciar ao controle público (OECD, 2024c; OECD, 2025a).

A dimensão financeira é igualmente central. Uma das fragilidades recorrentes da infraestrutura sustentável reside no desequilíbrio entre o financiamento da implantação e o financiamento da operação, do monitoramento, da manutenção adaptativa e da correção de trajetória ao longo do tempo. Em corredores rodoviários amazônicos, esse descompasso é ainda mais grave, porque a funcionalidade ecológica e territorial da infraestrutura depende precisamente de custos permanentes associados à manutenção de drenagens, estabilização ecotécnica, monitoramento independente, restauração de áreas sensíveis, preservação de conectividade ecológica e eventual remuneração por resultados socioambientais. Quando a engenharia financeira permanece concentrada na entrega física da obra, a infraestrutura tende a perder, no curso de sua operação, justamente as funções que deveriam sustentar sua compatibilidade territorial. É nesse contexto que o blended finance orientado a resultados deixa de ser dimensão acessória e passa a compor o próprio núcleo da governança institucional da rodovia, ao articular capital público, instrumentos concessionais, fundos climáticos e estruturas de financiamento voltadas ao ciclo de vida socioecológico do ativo (OECD, 2024a; OECD, 2024b).

A proposta desenvolvida neste artigo insere-se precisamente nessa convergência entre governança, regulação e finança. O argumento central é que a sustentabilidade da infraestrutura rodoviária amazônica depende de uma mudança de paradigma institucional:

da lógica de conformidade formal para a lógica de performance territorial verificável; da centralização burocrática fragmentada para a coordenação policêntrica; da contratação por escopo para a contratação por resultados; e do financiamento episódico para arquiteturas de financiamento misto orientadas à manutenção de funções socioecológicas ao longo do ciclo de vida da rodovia. Com referência analítica ao corredor da BR-364/AC, no trecho entre Manoel Urbano e Feijó, sustenta-se que a requalificação da governança rodoviária em ambientes amazônicos exige, simultaneamente, um arranjo policêntrico de decisão e responsabilização, um ambiente regulatório experimental apto a acomodar inovação contratual e uma engenharia financeira capaz de remunerar resultados territoriais verificáveis. O trecho selecionado é tratado, aqui, como caso-piloto institucional voltado à experimentação controlada e à aprendizagem incremental, não para oferecer prova empírica definitiva da efetividade do modelo, mas para explorar sua viabilidade analítica em contexto de elevada sensibilidade socioecológica, utilidade regulatória e potencial de replicação adaptativa (VILELA et al., 2020).



Figura 1. Transição do modelo convencional de governança rodoviária para o paradigma de performance territorial na infraestrutura amazônica.

Fonte: Elaboração própria (2026).

A contribuição do estudo é dupla. No plano teórico, o artigo procura articular os debates sobre governança policêntrica, experimentação regulatória e blended finance em chave aplicada à infraestrutura rodoviária de fronteira, evitando tanto a abstração institucional quanto o reducionismo tecnocrático. No plano propositivo, oferece um enquadramento capaz de sustentar a transição de rodovias convencionais para infraestruturas territorialmente responsáveis, nas quais coordenação, contrato e financiamento não figuram como dimensões periféricas, mas como o próprio suporte da sustentabilidade. O texto está organizado em seis movimentos subsequentes: a próxima seção examina os limites institucionais da infraestrutura rodoviária convencional na Amazônia; em seguida, são apresentados os fundamentos teóricos de uma governança orientada à performance territorial; posteriormente, detalha-se a arquitetura institucional proposta; depois, discute-se sua aplicação analítica ao corredor BR-364/AC; ao final, são examinados seus limites, sua replicabilidade e suas implicações para políticas públicas.

2. LIMITES INSTITUCIONAIS DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA CONVENCIONAL NA AMAZÔNIA

A infraestrutura rodoviária na Amazônia tem sido historicamente concebida sob uma racionalidade de integração territorial, expansão logística e indução do desenvolvimento regional. Essa formulação, embora politicamente recorrente, revela-se analiticamente insuficiente quando aplicada a territórios florestais complexos, marcados por alta sensibilidade ecológica, forte heterogeneidade socioespacial e elevada dependência de funções ecossistêmicas. Em contextos dessa natureza, a rodovia não opera apenas como ativo físico de mobilidade. Ela atua como vetor de reorganização

territorial, alterando padrões de acessibilidade, reconfigurando incentivos econômicos, facilitando novas frentes de ocupação e ampliando a interface entre mobilidade, uso da terra, fragmentação da paisagem e pressões socioambientais difusas. Nesse sentido, o problema central da infraestrutura rodoviária amazônica não se esgota em sua dimensão construtiva; ele se desloca para o plano institucional que disciplina sua autorização, implementação, operação, monitoramento e correção ao longo do tempo (VILELA et al., 2020; FLORES et al., 2024).

Essa mudança de enfoque é particularmente importante porque a Amazônia contemporânea não constitui um sistema ambiental estável sobre o qual se projetam intervenções isoladas. Ao contrário, trata-se de um sistema já tensionado por perturbações compostas, como aquecimento regional, secas mais intensas, fogo, desmatamento, degradação florestal e perda progressiva de resiliência. FLORES et al. (2024) demonstram que parcelas expressivas da floresta amazônica poderão, até meados do século, ser expostas a combinações de distúrbios capazes de desencadear transições ecológicas críticas, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda pronunciada de resiliência em grande parte da floresta desde o início dos anos 2000. Em tal cenário, a discussão sobre rodovias não pode permanecer restrita à obra em si, pois cada corredor passa a interagir com um sistema territorial previamente fragilizado, no qual os efeitos de novas pressões podem ser amplificados por dinâmicas já em curso (FLORES et al., 2024; BOULTON et al., 2022).

A inadequação do modelo convencional decorre, precisamente, do fato de que ele tende a tratar a infraestrutura como objeto administrativo relativamente estanque, quando o que está em jogo

é um processo territorial de longa duração. Em vez de organizar a governança em torno da performance socioecológica do corredor ao longo do seu ciclo de vida, o arranjo tradicional privilegia etapas formais, competências compartimentalizadas e mecanismos episódicos de controle. Com isso, cria-se um descompasso entre a temporalidade do empreendimento e a temporalidade dos seus efeitos territoriais. A obra é pensada como evento; a transformação socioecológica, contudo, se manifesta como processo. É essa dissociação que explica por que a crítica ao modelo convencional deve ser formulada, antes de tudo, em termos institucionais, e não apenas técnicos. O que se observa não é somente insuficiência de mitigação ou carência de manutenção, mas limitação de desenho institucional para governar externalidades cumulativas, difusas e adaptativas em sistemas territoriais complexos (VILELA et al., 2020).

É nesse contexto que os limites da governança rodoviária convencional na Amazônia podem ser sistematizados em cinco ordens principais: a predominância de uma racionalidade procedimental no licenciamento e na gestão; a dificuldade de lidar com externalidades territoriais cumulativas e não lineares; a fragmentação decisória entre múltiplos atores sem coordenação substantiva; a baixa capacidade adaptativa dos arranjos regulatórios tradicionais; e o descompasso entre o financiamento da implantação e a sustentação socioecológica da infraestrutura ao longo do tempo. O primeiro desses limites — a prevalência do paradigma procedimental — constitui a base a partir da qual os demais se desdobram, razão pela qual ele deve ser examinado inicialmente com maior atenção.

2.1. Predominância da Racionalidade Procedimental no Licenciamento e na Gestão Rodoviária

O primeiro limite estrutural do modelo rodoviário convencional na Amazônia reside na centralidade conferida à conformidade procedimental como critério predominante de legitimidade e controle. Em sua configuração mais comum, o licenciamento ambiental e os instrumentos correlatos de gestão tendem a operar com forte ênfase na produção de estudos, na emissão sequencial de atos autorizativos, no cumprimento formal de condicionantes e na verificação documental de obrigações administrativas. Trata-se, sem dúvida, de instrumentos indispensáveis ao controle estatal. O problema, contudo, está no fato de que essa racionalidade, embora necessária, revela-se insuficiente para governar processos territoriais dinâmicos, cumulativos e de longa duração, como aqueles desencadeados ou intensificados por corredores rodoviários em florestas tropicais. Em tais contextos, a regularidade procedimental não se converte automaticamente em desempenho socioecológico efetivo (DVOŘÁKOVÁ et al., 2024; VILELA et al., 2020).

Essa insuficiência decorre do desajuste entre a lógica episódica do controle e a natureza processual dos impactos territorialmente relevantes. O licenciamento, em sua estrutura tradicional, concentra-se em momentos decisórios específicos — análise prévia, autorização de instalação, autorização de operação e eventual fiscalização de condicionantes — enquanto os efeitos críticos de uma rodovia amazônica se distribuem ao longo do tempo e frequentemente se intensificam na fase operacional. Processos como reorganização da drenagem, erosão progressiva, indução de acessos secundários, ampliação de bordas, pressão fundiária e fragmentação funcional da paisagem não se deixam capturar integralmente por mecanismos de controle ancorados em marcos administrativos discretos. A consequência é a produção de uma aparência de regularidade institucional sem garantia

correspondente de compatibilidade territorial. O sistema verifica se atos foram praticados; não necessariamente se funções socioecológicas foram preservadas.

A literatura recente em ecologia de estradas e avaliação de impacto oferece respaldo importante para essa crítica. DVOŘÁKOVÁ et al. (2024), ao examinarem a incorporação de critérios de ecologia de estradas em processos de avaliação ambiental, identificam que medidas ecologicamente relevantes ainda aparecem de forma limitada e desigual, mesmo quando houve aumento de atenção ao tema ao longo do tempo. O achado é relevante porque evidencia uma deficiência mais ampla: a transição entre conhecimento ecológico disponível e sua tradução em exigências regulatórias consistentes permanece incompleta. Em outras palavras, o problema não reside apenas na existência formal da avaliação de impacto, mas na dificuldade de converter achados ecológicos em padrões contínuos de decisão, monitoramento e correção. Essa crítica é especialmente pertinente para a Amazônia, onde a densidade ecológica do território e o caráter difuso dos impactos exigiriam institucionalidade muito mais sensível ao desempenho do que à mera conformidade documental (DVOŘÁKOVÁ et al., 2024).

O predomínio da racionalidade procedimental também produz um efeito institucional mais profundo: ele desloca o centro da governança do resultado para o rito. Quando isso ocorre, o êxito administrativo tende a ser medido pela emissão válida das licenças, pela tramitação regular dos documentos, pela formalização das condicionantes e pela comprovação de etapas executadas, enquanto a qualidade territorial da infraestrutura — sua capacidade de operar sem ampliar vulnerabilidades hidrológicas, ecológicas e sociais — passa a ocupar posição secundária. Em termos analíticos,

há aqui uma inversão relevante: mecanismos criados para proteger o território acabam, em certas circunstâncias, protegendo prioritariamente a regularidade do procedimento. Essa inversão não significa que o licenciamento deva ser enfraquecido, mas que sua racionalidade precisa ser superada por uma arquitetura institucional que incorpore monitoramento contínuo, validação independente e correção adaptativa como elementos centrais, e não laterais, da governança rodoviária (DVOŘÁKOVÁ et al., 2024).

Além disso, a predominância procedimental tende a reforçar uma visão segmentada do ciclo de vida da infraestrutura. Planejamento, licenciamento, contratação, execução, operação, manutenção e reparação aparecem como compartimentos administrativos relativamente autônomos, cada qual regido por sua lógica documental específica. O efeito dessa compartimentalização é a dificuldade de atribuir responsabilidades claras por resultados territoriais integrados. A obra pode ser formalmente licenciada, regularmente contratada e tecnicamente entregue, sem que isso signifique preservação de conectividade ecológica, estabilidade da drenagem, redução de processos erosivos ou mitigação consistente dos efeitos induzidos sobre o uso da terra. Em contextos de alta complexidade, essa separação entre regularidade administrativa e qualidade territorial transforma-se em fragilidade estrutural do modelo.

No caso amazônico, essa limitação torna-se ainda mais grave porque os corredores rodoviários interagem com um sistema socioecológico cuja resiliência já se encontra pressionada por múltiplos fatores. FLORES et al. (2024) mostram que o risco de transições críticas na Amazônia decorre justamente da combinação entre perturbações antrópicas e estresses climáticos acumulados. BOULTON et al.

(2022), por sua vez, indicam perda continuada de resiliência em grande parte da floresta. Em tal cenário, uma governança centrada predominantemente em conformidade formal tende a ser duplamente inadequada: primeiro, porque subestima a natureza processual dos impactos; segundo, porque ignora que novas intervenções passam a incidir sobre um sistema cuja capacidade de absorver perturbações já está reduzida. A consequência é que o próprio limiar de tolerância territorial se estreita, enquanto o aparato institucional continua operando como se o principal desafio ainda fosse apenas autorizar corretamente a obra.

Por essa razão, a crítica à racionalidade procedimental não deve ser confundida com rejeição ao licenciamento ambiental ou aos mecanismos clássicos de controle ex ante. O ponto central é outro: em corredores rodoviários amazônicos, tais instrumentos, isoladamente, não bastam. Eles precisam ser reconduzidos a um modelo mais amplo de governança, capaz de subordinar o rito ao resultado, o documento ao desempenho e a autorização à compatibilidade territorial continuada. Enquanto isso não ocorre, o sistema permanece institucionalmente inclinado a certificar etapas, sem assegurar, com a mesma intensidade, a qualidade socioecológica da infraestrutura que autoriza. É precisamente dessa insuficiência que emergem os demais limites do modelo convencional, inclusive a dificuldade de lidar com externalidades cumulativas e não lineares, tema do próximo subitem.

2.2. Externalidades Territoriais Cumulativas e Não Lineares Associadas à Expansão Rodoviária

Um segundo limite estrutural do modelo rodoviário convencional na Amazônia reside na dificuldade institucional de lidar com

externalidades territoriais cumulativas e não lineares. Ao contrário de muitas infraestruturas localizadas, a rodovia amazônica atua como infraestrutura de abertura territorial, produzindo efeitos que se irradiam progressivamente a partir do eixo viário e interagem com dinâmicas socioeconômicas, fundiárias e ambientais preexistentes. A literatura científica tem demonstrado que os impactos associados à expansão da malha rodoviária na Amazônia não se restringem à faixa física da obra, mas se projetam sobre extensas áreas adjacentes, influenciando padrões de desmatamento, degradação florestal, fragmentação da paisagem e reorganização do uso da terra (VILELA et al., 2020). Nessa perspectiva, a rodovia deve ser compreendida menos como uma estrutura linear isolada e mais como um vetor estruturante de transformação territorial, cujos efeitos se distribuem espacialmente em escalas muito mais amplas do que aquelas tradicionalmente consideradas nos instrumentos de planejamento e licenciamento.

Esse fenômeno decorre, em grande medida, da forma como a infraestrutura rodoviária altera gradientes de acessibilidade e custos de transporte. A redução de custos logísticos, ainda que localizada, modifica incentivos econômicos e institucionais relacionados ao uso da terra, à exploração de recursos naturais e à ocupação territorial. Em regiões caracterizadas por governança fundiária incompleta, fiscalização ambiental heterogênea e elevada disponibilidade de terras públicas ou informalmente ocupadas, a melhoria da acessibilidade tende a estimular a abertura de ramais secundários, a expansão de atividades agropecuárias extensivas e o avanço de frentes de desmatamento (VILELA et al., 2020).

Essas externalidades não se manifestam de maneira linear nem imediata. Ao contrário, muitas delas apresentam comportamento

cumulativo e dependente de trajetória, emergindo a partir da interação entre infraestrutura, mercados, políticas públicas e decisões individuais de uso do solo. Pequenas mudanças iniciais de acessibilidade podem desencadear processos territoriais progressivos, nos quais novas ocupações estimulam a abertura de caminhos vicinais, que por sua vez ampliam o acesso a áreas previamente isoladas, intensificando a pressão sobre ecossistemas florestais. Esse padrão de expansão incremental explica por que impactos associados a rodovias frequentemente se ampliam ao longo de décadas, mesmo após a conclusão física da obra. Em termos institucionais, isso significa que a avaliação ambiental centrada em impactos diretos e imediatos tende a subestimar a magnitude real das transformações territoriais induzidas pela infraestrutura.

A literatura sobre sistemas socioecológicos complexos ajuda a compreender a profundidade desse desafio. Sistemas como a Amazônia são caracterizados por múltiplos feedbacks ecológicos e sociais, nos quais intervenções aparentemente limitadas podem desencadear efeitos amplificados por interações não lineares entre componentes do sistema. Estudos recentes indicam que a floresta amazônica enfrenta pressões simultâneas relacionadas ao aquecimento regional, à intensificação de eventos de seca, à ocorrência mais frequente de incêndios e à fragmentação progressiva da cobertura florestal (BOULTON et al., 2022; FLORES et al., 2024). Nessas condições, novas perturbações territoriais — incluindo aquelas associadas à expansão ou melhoria de corredores rodoviários — passam a incidir sobre um sistema cuja capacidade de absorver distúrbios já se encontra parcialmente comprometida. Isso amplia a probabilidade de respostas abruptas ou desproporcionais, nas quais pequenas alterações adicionais podem produzir impactos

territoriais significativamente maiores do que os inicialmente previstos.

Do ponto de vista da governança pública, o caráter cumulativo e não linear dessas externalidades coloca em evidência a inadequação de modelos institucionais que tratam os impactos de forma isolada e setorial. O licenciamento ambiental tradicional tende a avaliar projetos individualmente, considerando efeitos diretos e indiretos em horizontes temporais relativamente delimitados. No entanto, quando múltiplas intervenções se somam ao longo de um corredor ou de uma região, os efeitos combinados podem ultrapassar largamente aqueles previstos em análises isoladas. Esse problema é particularmente relevante na Amazônia, onde projetos rodoviários frequentemente se articulam com outras políticas territoriais — como expansão agropecuária, concessões florestais, projetos de mineração ou incentivos logísticos — produzindo configurações de impacto que escapam ao escopo de avaliações fragmentadas (LAURANCE; GOOSEM; LAURANCE, 2009; VILELA et al., 2020).

Outro aspecto importante dessas externalidades refere-se à dificuldade de atribuição institucional de responsabilidades. Quando os impactos se distribuem espacialmente de forma difusa e temporalmente ao longo de décadas, torna-se complexo identificar qual ator institucional deve responder por suas consequências. A abertura de um acesso secundário, a expansão de uma frente agropecuária ou a intensificação de processos erosivos podem resultar da interação entre decisões públicas, ações privadas e transformações de mercado. Nesses casos, a governança baseada em responsabilidades administrativas delimitadas tende a encontrar dificuldades para produzir respostas eficazes, pois os efeitos territoriais não correspondem exatamente às fronteiras institucionais

estabelecidas. Esse descompasso entre dinâmica territorial e estrutura administrativa reforça a percepção de que o desafio central da infraestrutura amazônica não é apenas técnico, mas profundamente institucional.

Essas limitações tornam-se ainda mais evidentes quando se considera a escala temporal das transformações associadas à infraestrutura rodoviária. Enquanto a decisão de construir ou pavimentar uma rodovia ocorre em horizonte relativamente curto — geralmente vinculado a ciclos políticos ou orçamentários —, os efeitos territoriais da infraestrutura podem persistir e se intensificar ao longo de décadas. Essa dissociação temporal cria incentivos institucionais assimétricos: os benefícios imediatos da obra tendem a ser politicamente visíveis e rapidamente apropriados, enquanto os custos socioecológicos cumulativos emergem de forma gradual e frequentemente difusa. Como resultado, o sistema de governança pode apresentar dificuldade em internalizar adequadamente os riscos de longo prazo associados à expansão da infraestrutura.

Em síntese, o problema das externalidades territoriais associadas às rodovias amazônicas não reside apenas em sua magnitude, mas sobretudo em sua dinâmica cumulativa, difusa e dependente de interações sistêmicas. Modelos institucionais baseados em avaliações isoladas, responsabilidades administrativas fragmentadas e horizontes temporais limitados tendem a subestimar essa complexidade. A consequência é a produção recorrente de arranjos de governança que, embora formalmente adequados, mostram-se insuficientes para lidar com os efeitos territoriais amplificados da infraestrutura. Essa constatação reforça a necessidade de modelos institucionais capazes de integrar monitoramento contínuo,

coordenação multiescalar e mecanismos de correção adaptativa — elementos que serão explorados nas seções seguintes deste artigo.

2.3. Fragmentação Institucional e Desafios da Governança Multiescalar

Um terceiro limite estrutural da infraestrutura rodoviária convencional na Amazônia reside na fragmentação institucional que caracteriza sua concepção, licenciamento, execução, operação, fiscalização e manutenção. Em tese, a multiplicidade de atores envolvidos — órgãos de transporte, instâncias ambientais, entes subnacionais, estruturas fundiárias, instituições de controle, comunidades locais, centros de pesquisa e operadores contratuais — poderia ampliar especialização técnica, diversidade de informações e capacidade de supervisão. Na prática, contudo, essa dispersão frequentemente produz efeitos inversos: sobreposição de atribuições, lacunas de coordenação, fluxos decisórios desarticulados, assimetrias informacionais e dificuldades persistentes de responsabilização. Em contextos amazônicos, nos quais a infraestrutura interage com sistemas territoriais extensos, heterogêneos e ambientalmente sensíveis, tais disfunções adquirem gravidade adicional, porque o desempenho da rodovia depende menos de uma decisão isolada e mais da articulação contínua entre instituições que operam em escalas distintas e sob lógicas setoriais frequentemente incongruentes.

A literatura sobre governança policêntrica tem insistido que a mera existência de múltiplos centros de decisão não deve ser confundida com governança efetiva. OSTROM (2010) já havia demonstrado que arranjos policêntricos podem ampliar capacidade de experimentação, aprendizagem e ajuste em problemas complexos,

sobretudo quando decisões são distribuídas entre escalas e acompanhadas de mecanismos de cooperação e monitoramento. Esse potencial, contudo, não é automático. Em leitura mais recente e crítica, BALDWIN (2024) sustenta que a policentricidade não pode ser tratada como virtude institucional presumida, uma vez que seus resultados dependem de desenho organizacional, capacidade estatal, distribuição de poder e qualidade das interdependências entre os centros decisórios. No mesmo sentido, KELLNER, PETROVICS e HUITEMA (2024) argumentam que o valor analítico da governança policêntrica exige examinar, com maior rigor, o papel do Estado, a densidade da ação local, as preferências democráticas e as assimetrias institucionais que moldam a coordenação multiescalar. Aplicada à infraestrutura amazônica, essa crítica é particularmente pertinente: a fragmentação institucional só se converte em capacidade governativa quando existe articulação substantiva entre competências, e não simples justaposição administrativa.

Esse ponto é decisivo porque a governança rodoviária em florestas tropicais opera sobre objetos que não respeitam fronteiras burocráticas estáveis. O corredor viário conecta e simultaneamente tensiona temas que pertencem a regimes institucionais diversos: transporte, licenciamento, uso da terra, conservação, drenagem, segurança, ordenamento territorial, fiscalização ambiental, direitos coletivos e financiamento público. A estrada, portanto, constitui um problema intrinsecamente transversal. No entanto, a institucionalidade convencional tende a enfrentá-la de modo compartimentalizado. O planejamento da obra pode obedecer a critérios de engenharia e logística; o licenciamento, a uma racionalidade procedimental própria; a execução contratual, a métricas físico-financeiras; a manutenção, a limitações orçamentárias periódicas; e a fiscalização territorial, a capacidades

administrativas descontínuas. O efeito sistêmico dessa segmentação é a produção de uma infraestrutura cuja regularidade administrativa pode coexistir com baixa coerência territorial (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

Essa fragmentação compromete diretamente a produção de accountability substantiva. Em arranjos altamente setorizados, cada instituição tende a responder pelo cumprimento de parcela restrita de suas atribuições formais, enquanto os resultados territoriais mais relevantes permanecem distribuídos entre várias esferas e, por isso, institucionalmente diluídos. A licença pode ser formalmente regular; o contrato, administrativamente válido; a obra, fisicamente entregue; o orçamento, devidamente executado. Nada disso, porém, assegura por si só conectividade ecológica, estabilidade hidrológica, controle de processos erosivos, redução de acessos predatórios ou contenção de efeitos territoriais indesejados induzidos pela infraestrutura. Em outras palavras, a fragmentação decisória tende a produzir um sistema no qual a conformidade setorial não se converte automaticamente em responsabilidade integrada por desempenho territorial. Trata-se de uma forma de dissociação institucional particularmente problemática na Amazônia, onde os impactos da infraestrutura se propagam justamente por meio de interações entre setores, escalas e temporalidades distintas.

Além disso, a governança fragmentada dificulta a circulação qualificada de informação e o aprendizado interinstitucional. Problemas complexos exigem que dados hidrológicos, ecológicos, territoriais, contratuais e socioinstitucionais sejam lidos em conjunto, de modo a orientar decisões corretivas e revisar prioridades operacionais. Contudo, quando cada ator produz, interpreta e utiliza informações segundo seu próprio regime de competência, tende a

faltar uma linguagem comum de decisão. A consequência é dupla: de um lado, reduz-se a capacidade de antecipar efeitos sistêmicos; de outro, enfraquece-se a possibilidade de resposta adaptativa quando esses efeitos já se manifestam. A literatura sobre governança colaborativa e policêntrica mostra que coordenação multiescalar eficaz depende menos da presença nominal de muitos atores e mais da construção de rotinas compartilhadas de deliberação, produção de conhecimento e validação de decisões (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; OSTROM, 2010). Sem esses mecanismos, a pluralidade institucional não gera inteligência coletiva; gera ruído decisório.

No caso amazônico, tal limitação é agravada pelo fato de que os efeitos da rodovia frequentemente se projetam sobre territórios em que a presença estatal é desigual, a governança fundiária é incompleta e as capacidades locais de fiscalização e controle são heterogêneas. Nessas circunstâncias, a ausência de coordenação interinstitucional robusta amplia o risco de zonas cinzentas de governança, nas quais nenhum ator dispõe, isoladamente, de autoridade, informação e capacidade suficientes para produzir resposta eficaz. A literatura recente sobre enforcement ambiental na Amazônia brasileira reforça esse diagnóstico ao demonstrar que resultados territoriais dependem não apenas de normas existentes, mas da densidade institucional efetiva de sua implementação. NUNES et al. (2024) mostram que alterações no regime de aplicação da legislação ambiental entre 2000 e 2020 tiveram efeitos relevantes sobre a dinâmica do desmatamento, o que evidencia que a performance territorial está fortemente associada à capacidade estatal de coordenação, fiscalização e continuidade institucional. Em chave convergente, OLIVEIRA; MIRANDA (2024) demonstram que enforcement ambiental, direitos de propriedade e violência se

articulam de maneira profunda na Amazônia brasileira, revelando que problemas aparentemente setoriais produzem desdobramentos territoriais muito mais amplos. Para a governança rodoviária, a implicação é clara: a fragmentação institucional não é apenas um problema administrativo; ela compromete a própria governabilidade do território atravessado pela infraestrutura.

Há ainda um aspecto adicional que merece destaque. Em sistemas fragmentados, a ausência de coordenação eficaz tende a favorecer respostas reativas, e não estratégicas. Em vez de operar com base em acompanhamento contínuo e correção preventiva, o sistema passa a responder quando disfunções já se consolidaram: processos erosivos intensificados, falhas de drenagem, conflitos territoriais, judicializações, colapsos localizados de estabilidade ou agravamento de passivos ambientais. A governança deixa, assim, de atuar como arquitetura de antecipação e passa a funcionar como mecanismo de contenção tardia de problemas já materializados. Tal padrão é incompatível com a natureza da infraestrutura em florestas tropicais, que exige justamente monitoramento sensível, coordenação entre escalas e capacidade de revisão institucional diante de evidências emergentes. A fragmentação decisória, nesse sentido, não apenas reduz eficiência administrativa; ela empurra a governança para um regime de baixa aprendizagem e alta reatividade.

Por essa razão, o problema da fragmentação institucional deve ser compreendido como um dos núcleos da inadequação do modelo rodoviário convencional na Amazônia. A questão não se resume à existência de muitos atores, mas ao fato de que suas competências permanecem, em larga medida, desconectadas de uma lógica comum de performance territorial. Sem mecanismos claros de coordenação multiescalar, sem dispositivos de interoperabilidade

informacional e sem arranjos consistentes de responsabilização por resultados, a pluralidade institucional tende a produzir dispersão de autoridade, e não governança efetiva. É precisamente essa limitação que abre espaço para a necessidade de uma arquitetura policêntrica mais qualificada, baseada não na multiplicidade em si, mas na integração substantiva entre decisão, monitoramento, contrato e financiamento. Antes, porém, é necessário examinar outro limite igualmente decisivo do paradigma convencional: sua reduzida capacidade de adaptação diante de sistemas territoriais dinâmicos e de alta incerteza, tema do próximo subitem.

2.4. Baixa Capacidade Adaptativa dos Modelos Regulatórios Tradicionais

Um quarto limite estrutural da infraestrutura rodoviária convencional na Amazônia reside na baixa capacidade adaptativa dos arranjos regulatórios e administrativos que a governam. Em ambientes territoriais marcados por elevada complexidade ecológica, forte incerteza causal e intensa variabilidade espaço-temporal, a eficácia institucional depende não apenas da existência de regras prévias, mas da aptidão do sistema para aprender com evidências, revisar parâmetros, recalibrar instrumentos e corrigir trajetórias à medida que novos efeitos emergem. O problema do modelo convencional é que ele permanece fortemente ancorado em uma racionalidade normativa estática, voltada à definição ex ante de requisitos, condicionantes e obrigações, como se a adequação institucional pudesse ser inteiramente assegurada no momento inicial do planejamento, do licenciamento ou da contratação. Em corredores rodoviários amazônicos, porém, os principais desafios de sustentabilidade não se esgotam na fase de

autorização; eles se manifestam, intensificam e frequentemente se transformam durante a operação da infraestrutura.

Essa limitação torna-se mais evidente quando se considera a natureza sistêmica dos territórios amazônicos. A rodovia interage com processos biofísicos e sociais que não permanecem constantes no tempo: regimes hidrológicos variam, padrões erosivos se alteram, dinâmicas de ocupação se deslocam, respostas ecológicas podem ser retardadas, e mudanças climáticas ampliam o grau de instabilidade dos sistemas florestais. FLORES et al. (2024) mostram que grandes porções da Amazônia podem ser expostas, nas próximas décadas, a combinações de distúrbios capazes de comprometer sua estabilidade ecológica, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda progressiva de resiliência em extensas áreas da floresta. Em um contexto como esse, a governança da infraestrutura não pode operar sob a suposição implícita de estabilidade territorial. Modelos regulatórios rígidos, baseados em pressupostos fixos e em respostas previamente padronizadas, tendem a perder aderência justamente quando o ambiente exige maior sensibilidade institucional à mudança.

A literatura sobre governança adaptativa e sistemas socioecológicos complexos é particularmente elucidativa nesse ponto. FOLKE et al. (2005) demonstram que a gestão de sistemas complexos exige instituições capazes de combinar monitoramento, aprendizagem, flexibilidade e reorganização diante de perturbações. Mais recentemente, CHAFFIN, GOSNELL e COSENS (2014) assinalam que a governança adaptativa não se reduz à mera flexibilidade administrativa, mas envolve capacidade institucional de integrar conhecimento, promover experimentação, revisar arranjos decisórios e responder a incertezas persistentes sem perda de legitimidade.

Aplicada à infraestrutura rodoviária amazônica, essa perspectiva revela a insuficiência de modelos que operam como se os efeitos relevantes da rodovia fossem plenamente previsíveis e controláveis a partir de um desenho normativo inicial. O ponto central não é negar a importância de regras ex ante, mas reconhecer que, em sistemas territoriais dinâmicos, elas precisam estar articuladas a mecanismos permanentes de revisão, ajuste e aprendizagem.

No paradigma convencional, contudo, a adaptação tende a aparecer de forma residual, e não estrutural. As instituições são desenhadas para autorizar, fiscalizar e eventualmente sancionar, mas não necessariamente para aprender de modo contínuo com a performance territorial da infraestrutura. Quando surgem efeitos imprevistos — intensificação de processos erosivos, colapsos localizados de drenagem, falhas recorrentes de estabilização, ampliação de acessos secundários, conflitos territoriais associados ao entorno do corredor ou inadequação de soluções originalmente previstas — a resposta institucional costuma ser tardia, fragmentada ou excessivamente burocrática. Em vez de operar com base em protocolos adaptativos de correção progressiva, o sistema tende a depender de novos expedientes administrativos, reinterpretações casuísticas ou intervenções pontuais desarticuladas. A consequência é a permanência de um arranjo reativo, mais apto a responder a sintomas já consolidados do que a prevenir a formação de trajetórias territorialmente degradantes.

Essa dificuldade não decorre apenas de deficiência operacional; ela está inscrita no próprio desenho dos instrumentos tradicionais. Modelos regulatórios convencionais são frequentemente estruturados a partir de comandos prescritivos, parâmetros fixos e categorias administrativas fechadas. Embora tais instrumentos

ofereçam segurança jurídica e previsibilidade formal, eles podem se mostrar inadequados quando aplicados a problemas cuja solução depende de observação contínua, ajustamento incremental e integração entre múltiplas fontes de informação. A OECD (2024), ao tratar de inovação pública e contratação orientada à solução de problemas complexos, sustenta que desafios de alta incerteza demandam instrumentos capazes de acomodar aprendizagem institucional, experimentação controlada e revisão baseada em evidências. Em documento mais recente, a OECD (2025) observa que ambientes regulatórios experimentais, como os sandboxes, foram concebidos justamente para lidar com situações em que o regulador não dispõe, desde o início, de todas as respostas necessárias, sendo preciso combinar supervisão intensiva, coleta de dados e ajustes progressivos. Essa discussão, embora desenvolvida em diferentes setores, possui evidente pertinência para a infraestrutura amazônica, na qual a inadequação de respostas rígidas se manifesta com particular intensidade.

A baixa capacidade adaptativa também compromete a qualidade do monitoramento. Em arranjos tradicionais, monitorar costuma significar verificar cumprimento de exigências previamente definidas, e não acompanhar o comportamento territorial da infraestrutura em sua complexidade. Há, assim, uma diferença fundamental entre monitoramento de conformidade e monitoramento de performance. O primeiro pergunta se a obrigação formal foi cumprida; o segundo pergunta se o sistema territorial está respondendo de modo compatível com os objetivos públicos associados à intervenção. Em corredores rodoviários amazônicos, essa distinção é decisiva. Uma solução tecnicamente instalada pode, em tese, estar de acordo com o projeto aprovado e, ainda assim, revelar baixo desempenho diante das condições reais

do território. Quando o aparato regulatório não está desenhado para reconhecer e corrigir esse tipo de discrepância, a infraestrutura permanece formalmente regular, mas substantivamente inadequada (CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014; OECD, 2024a; OECD, 2025b).

Outro problema relevante reside no fato de que a adaptação institucional depende de integração entre conhecimento e decisão, o que nem sempre ocorre em modelos regulatórios convencionais. Sistemas de governança adaptativa pressupõem circulação qualificada de dados, validação independente, revisão de hipóteses e capacidade de incorporar evidências novas à gestão ordinária. Entretanto, em contextos de fragmentação institucional, a informação tende a permanecer dispersa entre órgãos, contratos, estudos e rotinas administrativas que não necessariamente convergem para decisões integradas. A ausência de interoperabilidade decisória reduz a possibilidade de aprendizado coletivo e transforma o monitoramento em atividade meramente declaratória. Em vez de orientar revisão de parâmetros, ele se limita a registrar ocorrências. Esse é um dos motivos pelos quais a baixa capacidade adaptativa não pode ser vista isoladamente: ela se articula diretamente com a fragmentação institucional já examinada no item anterior.

No caso amazônico, a insuficiência adaptativa assume gravidade adicional em razão da crescente instabilidade climática e ecológica. A governança da infraestrutura passa a operar em cenário no qual extremos hidrológicos, alterações de precipitação, maior frequência de seca severa e mudanças na dinâmica de fogo afetam diretamente a estabilidade e a funcionalidade territorial dos corredores. Isso significa que soluções adequadas em determinado

momento podem se tornar insuficientes posteriormente, não por erro intrínseco de concepção, mas porque o ambiente territorial se transformou. Quando o modelo regulatório não dispõe de mecanismos ordinários para revisar critérios, reorientar manutenção, atualizar métricas de desempenho e redistribuir responsabilidades operacionais, ele passa a governar um sistema mutável como se ainda estivesse diante de um problema estático. A rigidez, nesse caso, deixa de ser sinônimo de segurança e passa a representar fonte adicional de vulnerabilidade institucional.

Por essas razões, a baixa capacidade adaptativa deve ser compreendida como um dos traços mais problemáticos do paradigma rodoviário convencional na Amazônia. O modelo mostra-se excessivamente dependente de previsões iniciais, demasiadamente rígido em sua estrutura regulatória e insuficientemente equipado para aprender com a complexidade territorial que ele próprio ajuda a intensificar. Em ambientes de alta sensibilidade socioecológica, a governança da infraestrutura não pode se limitar a autorizar corretamente e fiscalizar episodicamente; ela precisa ser capaz de revisar, recalibrar e corrigir de forma contínua. Enquanto isso não ocorre, a institucionalidade permanece orientada por uma lógica de estabilidade normativa incompatível com a dinâmica real dos territórios amazônicos. É justamente essa limitação que conduz ao próximo ponto crítico: o descompasso entre o financiamento da obra e a sustentação da infraestrutura ao longo de seu ciclo de vida socioecológico.

2.5. Descompasso entre o financiamento da obra e a sustentabilidade territorial ao longo do ciclo de vida

Um quinto limite estrutural da infraestrutura rodoviária convencional na Amazônia reside no desalinhamento entre a lógica de financiamento da obra e as exigências de sustentação territorial da infraestrutura ao longo do tempo. No paradigma dominante, a maior parte da energia institucional, orçamentária e contratual concentra-se na viabilização do investimento inicial: projeto, licenciamento, contratação, execução física e entrega do ativo. Essa racionalidade pode ser funcional em modelos voltados prioritariamente à expansão rápida da oferta, mas revela-se insuficiente quando aplicada a corredores implantados em sistemas socioecológicos complexos, cuja compatibilidade territorial depende de custos permanentes de operação, manutenção adaptativa, monitoramento e correção de trajetória. Em termos sintéticos, o modelo convencional tende a financiar de forma relativamente mais robusta a implantação física da rodovia do que a sustentação socioecológica de seu funcionamento ao longo do ciclo de vida. A literatura recente sobre infraestrutura resiliente ao clima enfatiza precisamente que a resiliência de ativos públicos exige integração entre planejamento, financiamento, manutenção e acompanhamento contínuo, e não apenas dispêndio concentrado na fase construtiva (OECD, 2024a; OECD, 2024b).

Esse descompasso assume gravidade ainda maior em corredores amazônicos porque, nesses territórios, a sustentabilidade da infraestrutura não se limita à integridade física do pavimento ou à continuidade do tráfego. Ela depende de funções territoriais e ecológicas que exigem dispêndios continuados, como manutenção de drenagens em contexto hidrológico variável, estabilização ecotécnica de taludes e margens, controle de processos erosivos, recomposição de trechos sensíveis, monitoramento independente de efeitos territoriais e resposta adaptativa a falhas operacionais. Tais

exigências tornam-se mais intensas em um bioma submetido à combinação de aquecimento, secas, fogo, fragmentação e mudança do uso da terra. FLORES et al. (2024) mostram que entre 10% e 47% das florestas amazônicas podem ser expostas, até 2050, a perturbações capazes de desencadear transições críticas, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda pronunciada de resiliência em mais de três quartos da floresta desde o início dos anos 2000. Em tal contexto, concentrar recursos apenas na entrega da obra significa subfinanciar justamente a dimensão que se torna mais decisiva: a capacidade de manter a infraestrutura compatível com um território crescentemente instável (FLORES et al., 2024; BOULTON et al., 2022; OECD, 2024a).

A literatura internacional sobre infraestrutura resiliente oferece respaldo consistente para essa crítica. A OECD sustenta que o custo da resiliência não se esgota na concepção e na construção do ativo, mas envolve medidas de operação, manutenção e revisão contínua ao longo da vida útil. No relatório *Infrastructure for a Climate-Resilient Future*, a organização destaca a necessidade de fortalecer capacidades estatais para prevenir, reagir e reconstruir, bem como de integrar a resiliência ao planejamento, à gestão e à manutenção da infraestrutura (OECD, 2024a). Já o *G20/OECD Report on Approaches for Financing and Investing in Climate-Resilient Infrastructure* observa que a adoção antecipada de medidas de resiliência pode reduzir perdas futuras e que a ampliação do financiamento para infraestrutura resiliente requer instrumentos aptos a lidar com risco, horizonte longo e retornos difusos, inclusive por meio de arranjos de financiamento misto (OECD, 2024b). Esse ponto é central para o argumento aqui desenvolvido: o problema não é apenas “quanto” se investe, mas “quando”, “como” e “para quê” se financia.

No caso amazônico, a insuficiência financeira produz efeitos institucionais que vão além da mera escassez orçamentária. Quando não existem mecanismos estáveis para custear monitoramento, manutenção adaptativa e correção progressiva, a governança tende a recair novamente sobre expedientes formais e episódicos. A obra é tratada como marco de sucesso administrativo, enquanto a fase operacional passa a depender de dotações residuais, respostas emergenciais, contratos de escopo limitado ou intervenções corretivas pontuais. A própria arquitetura financeira, assim, reforça a lógica institucional criticada ao longo desta seção: privilegia-se a certificação da entrega em detrimento da sustentação do desempenho territorial. Em ambientes amazônicos, nos quais a deterioração da compatibilidade ecológica pode ocorrer de forma lenta, cumulativa e pouco visível nos estágios iniciais, esse desenho produz uma assimetria particularmente nociva entre visibilidade política da obra e invisibilidade progressiva dos custos territoriais de sua operação inadequada.

Essa temporalidade é decisiva. Diferentemente de ativos cuja utilidade pública pode ser aferida predominantemente no momento da entrega, a rodovia amazônica produz parte substantiva de seus efeitos mais relevantes durante a operação continuada. É nesse período que se revelam falhas de drenagem, intensificação de processos erosivos, inadequação de dispositivos ambientais, fragilidades de manutenção e necessidade de reconfiguração de soluções originalmente previstas. A sustentabilidade territorial, portanto, não é atributo instantâneo da obra pronta, mas resultado de um processo persistente de gestão. Quando o financiamento não acompanha essa temporalidade, instaura-se uma contradição estrutural: espera-se desempenho continuado de um ativo cuja institucionalidade financeira foi desenhada prioritariamente para

sua implantação. A própria OECD assinala que fluxos de financiamento para adaptação e infraestrutura resiliente permanecem aquém das necessidades e que os benefícios da resiliência nem sempre se convertem, com a velocidade necessária, em mecanismos compatíveis com a escala do desafio (OECD, 2024b).

Essa contradição também ajuda a explicar a fragilidade da accountability. Em modelos centrados na obra, os marcos de avaliação tendem a ser físico-financeiros: contratação, medição, execução e entrega. Já os custos da não adaptação — perda funcional de soluções, aumento de vulnerabilidades territoriais, intensificação de passivos socioambientais, necessidade de reconstruções futuras e intervenções emergenciais mais onerosas — permanecem parcialmente invisíveis ou difusos no momento da decisão. O financiamento da resiliência, porém, lida justamente com benefícios públicos de longo prazo, muitos deles associados à prevenção de perdas futuras, o que reduz sua atratividade em arranjos convencionais de investimento e reforça a tendência à suboferta desse tipo de gasto (OECD, 2024b). Em regiões amazônicas, essa lógica é ainda mais problemática porque uma drenagem mal mantida, um processo erosivo subestimado ou um trecho operacionalmente inadequado podem não produzir colapso imediato da rodovia, mas desencadear deterioração progressiva de sua compatibilidade ambiental e social.

Desse modo, a crítica ao paradigma financeiro da infraestrutura rodoviária não pode ser tratada como questão acessória ou meramente contábil. O financiamento integra o próprio núcleo da governança, porque define quais fases do ciclo de vida serão priorizadas, quais riscos serão internalizados, quais funções públicas

serão efetivamente sustentadas e quais resultados serão considerados relevantes. Quando a lógica financeira se concentra na materialidade imediata da obra, a institucionalidade tende a reproduzir a mesma focalização estreita. Quando, ao contrário, o arranjo financeiro é desenhado para sustentar monitoramento, manutenção adaptativa e desempenho verificável, abre-se espaço para uma governança mais coerente com a natureza processual da sustentabilidade territorial (OECD, 2024a; OECD, 2024b).

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA UMA GOVERNANÇA DE PERFORMANCE TERRITORIAL

O diagnóstico desenvolvido na seção anterior indica que a insuficiência da infraestrutura rodoviária convencional na Amazônia não decorre apenas de falhas operacionais ou de déficits localizados de execução, mas de uma inadequação institucional mais profunda, expressa em procedimentalismo, fragmentação decisória, baixa adaptabilidade e desalinhamento entre financiamento e ciclo de vida territorial da infraestrutura. Diante disso, a transição para um paradigma orientado à performance territorial exige base teórica capaz de articular coordenação multiescalar, aprendizagem institucional, experimentação regulatória e sustentação financeira de longo prazo. Esta seção reconstrói esse fundamento conceitual a partir de quatro eixos complementares: governança policêntrica, governança adaptativa, experimentação regulatória e financiamento orientado a resultados. O ponto de partida é reconhecer que problemas territoriais complexos, especialmente em regiões de floresta tropical, não podem ser governados adequadamente por arranjos lineares, setoriais e rigidamente centralizados, porque seus efeitos se distribuem entre múltiplas escalas, diferentes regimes

institucionais e temporalidades não coincidentes (OSTROM, 2010; BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

Nessa perspectiva, a noção de performance territorial não se confunde com eficiência física da obra nem com simples conformidade administrativa. Trata-se de uma categoria mais exigente, porque remete à capacidade de a infraestrutura operar em compatibilidade dinâmica com o território que atravessa, preservando funções ecológicas relevantes, reduzindo vulnerabilidades hidrológicas e socioambientais, permitindo correção adaptativa de trajetória e articulando responsabilidade institucional por resultados verificáveis. A construção desse enquadramento depende de uma teoria da governança que reconheça, simultaneamente, a centralidade do Estado, a relevância da ação local, a necessidade de monitoramento contínuo e a importância de mecanismos colaborativos de produção e validação de conhecimento. É precisamente nesse ponto que a literatura sobre governança policêntrica e colaborativa se mostra particularmente fecunda, desde que lida de forma crítica, sem pressupor virtudes automáticas à simples multiplicidade de centros decisórios (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; BALDWIN, 2024).

3.1. Governança Policêntrica e Coordenação Multiescalar

A governança policêntrica constitui um dos fundamentos teóricos centrais para pensar a sustentabilidade de infraestruturas instaladas em sistemas territoriais complexos. Em sua formulação clássica, OSTROM (2010) sustenta que problemas coletivos de grande escala não devem ser enfrentados exclusivamente por um centro único de comando, pois arranjos policêntricos podem favorecer experimentação, aprendizagem comparativa, adaptação

incremental e produção de benefícios em múltiplas escalas. O argumento é especialmente relevante para contextos de alta incerteza, nos quais diferentes unidades decisórias podem testar soluções, produzir informação localizada e ajustar estratégias à medida que novas evidências se tornam disponíveis. Essa concepção rompe com a ideia de que a coordenação depende necessariamente de centralização rígida e sugere que, em sistemas complexos, a diversidade institucional pode funcionar como fonte de inteligência governativa, desde que existam interdependências minimamente organizadas entre os centros de decisão (OSTROM, 2010).

Contudo, a recepção contemporânea da policentricidade tornou-se mais crítica e sofisticada. A literatura recente adverte que não basta identificar a presença de múltiplos atores ou de competências distribuídas para concluir que existe governança policêntrica efetiva. BALDWIN (2024) mostra que a pesquisa empírica sobre policentricidade precisa avançar para além de descrições genéricas e examinar, com maior precisão, como interdependência, poder, coordenação e desenho institucional afetam o desempenho concreto dos arranjos multiescalares. Em direção convergente, KELLNER, PETROVICS e HUITEMA (2024) argumentam que a policentricidade deve ser analisada à luz do papel do Estado, da ação local, das preferências democráticas e das relações de poder, sob pena de converter-se em categoria excessivamente celebratória e analiticamente vaga. Essa advertência é particularmente importante para a Amazônia: a mera multiplicidade institucional, sem mecanismos robustos de coordenação, pode gerar sobreposição de atribuições, zonas de omissão e diluição de responsabilidade, em vez de melhorar a qualidade da governança.

Aplicada à infraestrutura rodoviária, a governança policêntrica não significa pulverização desordenada de competências, mas organização de um sistema de decisão no qual diferentes atores contribuem com capacidades complementares. O Estado permanece central, porque detém autoridade normativa, poder de coerção legítima, capacidade de estabilização institucional e responsabilidade pela definição do interesse público. Ao mesmo tempo, comunidades locais, academia, órgãos de controle, operadores contratuais e financiadores podem agregar informação situada, expertise técnica, mecanismos adicionais de monitoramento e pressão por responsabilização. O valor analítico do arranjo policêntrico decorre, portanto, da possibilidade de combinar autoridade central com inteligência distribuída, evitando tanto o reducionismo centralizador quanto a fragmentação sem coordenação. Esse ponto é coerente com a literatura recente que recoloca o Estado no centro da discussão sobre policentricidade, não como antítese da ação local, mas como elemento necessário para organizar, legitimar e articular a ação multiescalar (KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024; BALDWIN, 2024).

A conexão entre policentricidade e coordenação multiescalar também exige considerar a governança colaborativa. EMERSON, NABATCHI e BALOGH (2012) propõem um quadro integrativo no qual colaboração pública não decorre apenas da presença simultânea de muitos atores, mas da construção de dinâmica própria de engajamento, motivação compartilhada e capacidade conjunta de ação. Essa contribuição é relevante porque permite compreender que a eficácia da coordenação depende de rotinas institucionais, produção de confiança, definição de propósitos comuns e mecanismos de deliberação capazes de transformar pluralidade institucional em ação pública coerente. Em outras

palavras, a governança policêntrica só ganha densidade operacional quando apoiada por dispositivos colaborativos que organizem fluxos de informação, resolução de conflitos, validação técnica e revisão de prioridades. Sem isso, a multiescalaridade tende a permanecer meramente formal.

No caso amazônico, essa perspectiva tem implicações diretas. Rodovias em territórios florestais de alta sensibilidade interagem com processos ecológicos, hidrológicos, fundiários e sociais que não se deixam capturar por uma única burocracia setorial. A governança da infraestrutura precisa, por isso, articular escalas nacional, regional e local; integrar conhecimento técnico-científico e conhecimento territorialmente situado; e combinar monitoramento independente com capacidade decisória estatal. A coordenação multiescalar deixa de ser, assim, mera preferência organizacional e passa a constituir condição de possibilidade para qualquer governança que pretenda ser territorialmente responsiva. A teoria policêntrica oferece base útil para esse arranjo, mas apenas quando associada a critérios mais exigentes de clareza institucional, responsabilização por resultados e circulação qualificada de informação. Sem esses requisitos, a multiplicidade de centros não produz governança; produz apenas complexidade administrativa adicional (BALDWIN, 2024; EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012).

Essa leitura permite extrair uma consequência teórica importante para o presente artigo. Se a sustentabilidade rodoviária em regiões amazônicas depende de correção adaptativa, monitoramento contínuo e responsabilização por desempenho territorial, então a governança policêntrica não deve ser concebida como valor em si mesmo, mas como arquitetura institucional funcionalmente orientada à produção de resultados verificáveis. Seu mérito reside

em permitir que diferentes capacidades — normativas, técnicas, territoriais, fiscalizatórias e financeiras — sejam integradas em torno de objetivos públicos comuns. Essa formulação evita tanto a idealização da descentralização quanto a permanência em modelos rigidamente centralizados e pouco sensíveis à complexidade territorial. A partir desse ponto, torna-se possível avançar para o segundo fundamento teórico da proposta: a governança adaptativa, entendida como capacidade institucional de aprender, revisar parâmetros e ajustar instrumentos diante de sistemas socioecológicos dinâmicos e incertos.

3.2. Governança Adaptativa em Sistemas Socioecológicos Complexos

Se a governança policêntrica oferece um arranjo promissor para distribuir capacidades e articular escalas, ela não esgota, por si só, o problema da sustentabilidade da infraestrutura em territórios de alta complexidade. Em sistemas socioecológicos marcados por incerteza, variabilidade ambiental, causalidade não linear e possibilidade de mudanças abruptas, a coordenação entre múltiplos atores precisa ser acompanhada por capacidade institucional de aprender, revisar e corrigir. É exatamente nesse ponto que a literatura sobre governança adaptativa se torna central. Em sua formulação clássica, FOLKE et al. (2005) sustentam que a gestão de sistemas socioecológicos complexos exige instituições capazes de lidar com mudança, surpresa e incerteza por meio de mecanismos de aprendizagem, flexibilidade organizacional, redes colaborativas e reorganização diante de perturbações. A implicação para a infraestrutura é direta: em territórios nos quais o comportamento do sistema não é plenamente previsível, a boa governança não pode ser aquela que apenas executa corretamente o que foi previsto ex ante,

mas aquela que conserva capacidade de revisão à luz do que o território efetivamente revela ao longo do tempo.

Essa perspectiva é particularmente relevante para a Amazônia, onde a rodovia interage com dinâmicas ecológicas, hidrológicas e territoriais que se transformam de maneira contínua e nem sempre linear. Os efeitos mais significativos da infraestrutura não decorrem apenas da intervenção inicial, mas de sua operação prolongada em um ambiente marcado por variabilidade climática, reorganização do uso da terra, alteração de regimes de drenagem, intensificação de bordas, pressão fundiária e redução progressiva da resiliência do sistema florestal. FLORES et al. (2024) mostram que amplas porções da Amazônia podem ser expostas, até meados do século, a combinações de estresses capazes de desencadear transições críticas, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda expressiva de resiliência em grande parte da floresta desde o início dos anos 2000. Em tal contexto, a infraestrutura deixa de operar sobre um território estável e passa a incidir sobre um sistema mutável, em que soluções inicialmente adequadas podem se revelar insuficientes diante de novas condições ambientais e territoriais. A governança adaptativa, assim, não constitui sofisticação acessória, mas requisito funcional de adequação institucional.

A literatura especializada distingue, com precisão, adaptação administrativa rotineira de governança adaptativa em sentido próprio. CHAFFIN, GOSNELL e COSENS (2014) argumentam que governança adaptativa não se resume à flexibilidade informal ou à reação ocasional diante de problemas imprevistos. Trata-se, antes, de um conjunto de atributos institucionais que inclui monitoramento contínuo, aprendizagem social, capacidade de revisão de regras, articulação entre conhecimento e decisão, e

abertura para experimentação sob condições de legitimidade e controle. Essa concepção é importante porque evita reduzir a adaptação a improvisação burocrática. Aplicada à infraestrutura rodoviária, ela implica reconhecer que a boa governança não se mede apenas pela existência de condicionantes ou pela regularidade dos atos administrativos, mas pela aptidão do sistema para incorporar evidências novas, ajustar critérios operacionais, recalibrar prioridades de manutenção e revisar instrumentos quando o desempenho territorial se desvia dos objetivos públicos perseguidos.

Essa mudança de enfoque altera profundamente a lógica do controle. Em modelos convencionais, monitorar costuma significar verificar se exigências previamente estabelecidas foram formalmente cumpridas. Em modelos adaptativos, o monitoramento passa a desempenhar função mais exigente: produzir informação relevante sobre o comportamento do sistema territorial e alimentar ciclos de decisão orientados à correção de trajetória. A diferença é substantiva. O monitoramento de conformidade pergunta se a obrigação foi executada; o monitoramento adaptativo pergunta se a infraestrutura está produzindo resultados compatíveis com a integridade funcional do território que atravessa. É por isso que governança adaptativa e performance territorial estão intrinsecamente conectadas. Sem monitoramento capaz de captar mudanças ecológicas, hidrológicas e territoriais em tempo hábil, a adaptação institucional se torna retórica. Sem mecanismos para converter monitoramento em revisão de decisão, a informação produzida não se transforma em governança.

Outro aspecto central da governança adaptativa reside na integração entre conhecimento técnico-científico, conhecimento local e capacidade estatal de decisão. FOLKE et al. (2005) destacam que sistemas socioecológicos mais resilientes tendem a ser governados por arranjos que articulam diferentes formas de conhecimento e constroem pontes entre níveis organizacionais. No caso amazônico, essa integração é especialmente importante porque os efeitos da infraestrutura são, muitas vezes, percebidos primeiro por comunidades locais, equipes de operação, fiscais de campo ou pesquisadores que acompanham o comportamento territorial do corredor. Um modelo adaptativo precisa ser capaz de captar esses sinais, submetê-los a validação técnica e transformá-los em insumo para reorientação institucional. Isso exige uma arquitetura de governança em que conhecimento não seja produzido apenas para satisfazer requisitos procedimentais, mas para apoiar decisão contínua. A adaptação, nesse sentido, depende menos de informalidade e mais de institucionalização inteligente da aprendizagem.

A governança adaptativa também pressupõe uma relação diferente com a incerteza. Em vez de tratá-la como anomalia a ser eliminada integralmente antes da decisão, esse paradigma reconhece que, em sistemas complexos, parte da incerteza é inevitável e deve ser governada por meio de desenho institucional apto a operar sob condições de incompletude informacional. Essa é uma diferença decisiva em relação aos modelos regulatórios tradicionais, que frequentemente pressupõem que a boa regulação decorre da definição exaustiva de requisitos ex ante. Em territórios amazônicos, esse pressuposto é limitado. A complexidade ecológica, a variabilidade climática e a natureza territorialmente difusa dos efeitos da infraestrutura tornam improvável que todas as

contingências relevantes sejam antecipadas no momento do planejamento ou do licenciamento. A boa governança, portanto, não é a que pretende eliminar toda incerteza, mas a que a internaliza institucionalmente por meio de protocolos de revisão, gatilhos de correção e dispositivos de resposta incremental.

Essa leitura possui consequências relevantes para a crítica ao paradigma rodoviário convencional. Modelos excessivamente prescritivos tendem a ser institucionalmente frágeis em ambientes dinâmicos porque operam como se o principal desafio fosse assegurar conformidade a um plano previamente fixado. A governança adaptativa desloca esse eixo: o desafio passa a ser assegurar que a infraestrutura permaneça compatível com as funções territoriais que pretende preservar, ainda que isso exija revisão de parâmetros, redefinição de rotinas operacionais ou modificação de soluções originalmente adotadas. Em outras palavras, o centro da legitimidade deixa de ser apenas a aderência ao projeto inicial e passa a incluir a capacidade de corrigir o projeto institucionalmente quando o território assim o exigir. Essa formulação é especialmente importante para o presente artigo, porque prepara o terreno para a defesa de instrumentos regulatórios experimentais e contratos orientados a desempenho, nos quais a adaptação não é desvio do modelo, mas parte do próprio desenho da governança.

Por essas razões, a governança adaptativa deve ser compreendida como segundo fundamento teórico indispensável de uma governança orientada à performance territorial. Ela complementa a policentricidade ao introduzir o elemento da aprendizagem institucional continuada, impedindo que a coordenação multiescalar se converta em simples repartição estática de

competências. Em territórios amazônicos, governar a infraestrutura de maneira territorialmente responsável exige não apenas muitos atores e diferentes escalas, mas instituições capazes de monitorar, aprender, revisar e corrigir. Essa conclusão conduz diretamente ao próximo fundamento do artigo: a experimentação regulatória. Se a adaptação exige revisão orientada por evidências e capacidade de operar sob incerteza, torna-se necessário investigar quais instrumentos jurídicos e regulatórios podem oferecer suporte institucional a esse tipo de governança. É nesse ponto que o debate sobre sandbox regulatório passa a assumir centralidade analítica.

3.3. Experimentação Regulatória e Sandbox Institucional

Se a governança adaptativa pressupõe aprendizagem contínua, revisão de parâmetros e capacidade institucional de operar sob incerteza, torna-se necessário identificar quais instrumentos regulatórios podem oferecer suporte jurídico e organizacional a esse tipo de arranjo. É nesse ponto que a experimentação regulatória ganha centralidade analítica. Em vez de pressupor que a boa regulação decorre exclusivamente da definição exaustiva de regras ex ante, esse paradigma reconhece que, em problemas complexos, parte do aperfeiçoamento normativo depende de ciclos controlados de teste, monitoramento, avaliação e ajuste. A OECD tem sustentado que a experimentação regulatória integra a agenda contemporânea de agile regulatory governance, justamente por permitir aprendizagem institucional, revisão incremental e desenho normativo mais sensível à inovação e à incerteza (OECD, 2025a; OECD, 2025b). Em chave convergente, FESER et al. (2024) observam que experimentos regulatórios podem favorecer a adoção de inovações técnicas, organizacionais e sociais, desde que concebidos

com critérios claros de escalabilidade, transferibilidade e controle de efeitos não intencionais.

Dentro desse universo, o sandbox regulatório constitui uma modalidade específica e particularmente útil de experimentação institucional. Segundo a OECD (2025a), o sandbox é um ambiente controlado criado para compreender oportunidades e riscos associados a inovações específicas e para desenvolver resposta regulatória apropriada sob supervisão pública. Em sua formulação mais consistente, não se trata de suspensão indiscriminada de regras nem de desregulação oportunista, mas de mecanismo juridicamente estruturado para testar soluções em escala delimitada, sob condições previamente definidas, com monitoramento intensivo, salvaguardas claras, critérios de entrada e saída e possibilidade de revisão normativa com base em evidências. Essa caracterização é relevante porque permite acomodar inovação sem abdicar de controle, substituindo a rigidez prescritiva por uma racionalidade experimental supervisionada, na qual a legalidade do teste, a proteção do interesse público e a rastreabilidade dos resultados permanecem centrais (OECD, 2025a).

A utilidade analítica do sandbox para o presente artigo decorre de sua capacidade de converter a adaptação, antes tratada como reação episódica, em componente ordinário do desenho regulatório. Em infraestruturas de alta complexidade territorial, a questão central não é apenas permitir inovação técnica, mas construir institucionalidade capaz de testar combinações entre soluções de engenharia, métricas de desempenho, mecanismos contratuais e rotinas de monitoramento sem comprometer a proteção do território. O sandbox, nesse contexto, pode ser compreendido como ambiente regulatório de baixa escala relativa e alta densidade de

supervisão, no qual hipóteses institucionais e operacionais são submetidas a verificação antes de eventual ampliação. Seu valor não reside em flexibilizar por flexibilizar, mas em permitir que o poder público aprenda de forma controlada, verificando o que funciona, sob quais condições, com quais riscos e com quais custos de coordenação. A literatura recente sobre experimentos regulatórios reforça esse ponto ao distinguir ambientes experimentais voltados à aprendizagem regulatória de mecanismos meramente transitórios ou excepcionalizantes, advertindo que sua utilidade depende de desenho institucional consistente, critérios de avaliação e capacidade de absorção das lições produzidas (FESER et al., 2024).

Essa característica é decisiva para a governança rodoviária amazônica. O modelo convencional de licenciamento e contratação tende a operar sob a premissa de que as respostas necessárias podem ser definidas de forma suficientemente estável no momento da autorização da obra ou da celebração do contrato. Contudo, em corredores sujeitos a variabilidade climática, alteração de regimes hidrológicos, intensificação de processos erosivos e mudanças territoriais induzidas pela própria infraestrutura, essa premissa é institucionalmente frágil. Um sandbox aplicado à infraestrutura não substituiria o licenciamento nem a regulação ordinária; funcionaria, antes, como camada adicional de experimentação supervisionada, apta a testar soluções em contexto real, porém delimitado, com métricas auditáveis, monitoramento reforçado e regras explícitas de revisão. A experimentação deixa, assim, de ser improvisado administrativo e passa a constituir procedimento regulatório estruturado. A própria OECD tem recomendado que a regulação voltada ao futuro combine instrumentos orientados a resultados, cláusulas de experimentação e mecanismos de revisão, em vez de

dependem exclusivamente de prescrições rígidas definidas ex ante (OECD, 2025b).

A literatura recente sobre sandboxes também mostra que seu desempenho depende fortemente da qualidade do desenho institucional. A OECD (2025a) recomenda delimitação material precisa, critérios transparentes de elegibilidade, parâmetros de supervisão, salvaguardas de legalidade e procedimentos para extração de lições regulatórias ao término do ciclo experimental. Em plano acadêmico, RAZ, LIFSHITZ-MILWIDSKY e INBAR (2025), ao analisarem sandbox regulation no setor de saúde, mostram que esses ambientes não são apenas dispositivos técnicos de teste, mas espaços institucionais em que expertise, poder, supervisão e definição de risco são continuamente negociados. Essa observação é especialmente importante para o presente artigo, porque impede leitura ingênua do sandbox como solução neutra ou automaticamente eficiente. Em infraestrutura territorialmente sensível, sua legitimidade depende de supervisão pública robusta, transparência procedimental e mecanismos claros de contenção de captura regulatória.

Há ainda uma conexão decisiva entre experimentação regulatória e contratação pública orientada à inovação. A OECD (2024) destaca que a contratação pública pode funcionar não apenas como mecanismo de aquisição de bens e serviços, mas como instrumento estratégico para incorporar soluções novas, gerar aprendizado estatal e melhorar resultados em problemas complexos. Esse raciocínio é particularmente relevante aqui, porque permite aproximar o sandbox da lógica de contratação por solução e por desempenho. Em vez de limitar-se à compra de escopos rigidamente predeterminados, o poder público pode estruturar

processos em que o problema territorial seja claramente definido, mas a solução permaneça aberta à experimentação controlada, desde que submetida a critérios auditáveis, monitoramento independente e gatilhos de revisão. Nessa perspectiva, o sandbox não é apenas técnica regulatória; ele se converte em ponte institucional entre governança adaptativa, inovação contratual e produção de evidência sobre desempenho.

Essa formulação exige cautela. A experimentação regulatória não pode ser confundida com flexibilização irresponsável, espaço de excepcionalidade permanente ou licença para redução de salvaguardas em territórios sensíveis. Justamente por isso, seu uso em infraestrutura rodoviária amazônica deve estar associado a testes delimitados, reversibilidade relativa, forte supervisão pública, transparência procedimental e avaliação sistemática de resultados. O ponto não é reduzir proteção, mas construir uma proteção mais inteligente, capaz de aprender com a realidade do território e de ajustar instrumentos antes que falhas se convertam em passivos de larga escala. A literatura recente sobre experimentos regulatórios enfatiza exatamente essa necessidade de distinguir experimentação institucional legítima de arranjos mal calibrados, incapazes de produzir aprendizagem útil ou de conter efeitos colaterais relevantes (FESER et al., 2024; RAZ; LIFSHITZ-MILWIDSKY; INBAR, 2025).

Do ponto de vista teórico, a experimentação regulatória complementa a governança policêntrica e a governança adaptativa em duas frentes. Primeiro, porque oferece meio jurídico-institucional para operacionalizar a aprendizagem, evitando que a adaptação permaneça mera aspiração abstrata. Segundo, porque permite converter informação produzida em campo em revisão normativa e contratual, conectando monitoramento, decisão e reconfiguração de

instrumentos. Se a policentricidade organiza capacidades e a adaptação exige revisão contínua, o sandbox fornece o dispositivo institucional que torna essa revisão mais estruturada, verificável e legítima. É por isso que ele ocupa lugar central na arquitetura proposta por este artigo: não como expediente importado mecanicamente de outros setores, mas como tecnologia institucional apta a acomodar complexidade, incerteza e necessidade de aprendizado em corredores rodoviários de alta sensibilidade socioecológica. Essa discussão conduz ao último fundamento teórico da proposta: o financiamento orientado à resiliência e ao ciclo de vida territorial da infraestrutura.

3.4. Blended Finance e Financiamento da Infraestrutura Resiliente

Se a governança policêntrica organiza capacidades distribuídas e a experimentação regulatória oferece meio institucional para aprender sob incerteza, resta enfrentar uma condição sem a qual a performance territorial não se sustenta: a existência de uma arquitetura financeira compatível com o ciclo de vida socioecológico da infraestrutura. Em corredores rodoviários instalados em territórios amazônicos, a sustentabilidade não depende apenas do investimento inicial na obra, mas da continuidade de gastos com monitoramento, manutenção adaptativa, correção de falhas, resposta a riscos climáticos e eventual remuneração por resultados territorialmente verificáveis. A literatura recente da OECD sustenta, de modo inequívoco, que a resiliência da infraestrutura exige integração entre planejamento, financiamento, operação e manutenção ao longo da vida útil do ativo, e não apenas dispêndio concentrado na fase construtiva (OECD, 2024a; OECD, 2024b). Em termos analíticos, isso significa que a governança territorial da

infraestrutura não pode ser dissociada de sua economia política de longo prazo.

É nesse contexto que o conceito de blended finance adquire centralidade teórica. Em sentido amplo, trata-se da combinação estratégica de capital público, concessional ou filantrópico com capital privado, de modo a melhorar o perfil de risco-retorno de projetos que geram benefícios públicos relevantes, mas que, isoladamente, não alcançam atratividade suficiente para mobilizar financiamento em escala. O relatório do G20/OECD sobre infraestrutura resiliente ao clima afirma expressamente que mecanismos dessa natureza podem apoiar o desenvolvimento de ativos resilientes em países em desenvolvimento, sobretudo quando articulados com garantias, instrumentos baseados em resultados e outras estruturas de mitigação de risco (OECD, 2024b). A OECD também observa que o problema não está apenas em reconhecer a importância da resiliência, mas em transformar esse reconhecimento em fluxo financeiro estável e em estruturas institucionais aptas a absorver investimento de longo prazo (OECD, 2024a; OECD, 2024b). Assim, o financiamento misto interessa ao presente artigo não como expediente genérico de engenharia financeira, mas como dispositivo capaz de reconfigurar a temporalidade e a governança econômica da infraestrutura.

Sua utilidade analítica para a infraestrutura rodoviária amazônica decorre de pelo menos três fatores. O primeiro é a necessidade de financiar não apenas a implantação do ativo, mas funções continuadas que sustentam sua compatibilidade territorial: manutenção hidrológica, estabilização ecotécnica, monitoramento independente, resposta adaptativa e preservação de condições ecológicas mínimas ao longo da operação. O segundo é a presença

de riscos que tendem a afastar financiamento convencional, como incerteza regulatória, horizonte longo de maturação, benefícios difusos e dificuldade de monetização imediata de ganhos associados à resiliência. O terceiro é a natureza híbrida do valor gerado por esse tipo de infraestrutura: parte dos benefícios é capturada em funcionalidade logística e eficiência econômica, mas parcela substantiva assume a forma de redução de perdas futuras, maior estabilidade territorial, menor exposição a falhas climáticas e preservação de funções socioambientais. Esses atributos tornam especialmente relevante o uso de arranjos financeiros combinados, capazes de associar recursos públicos, instrumentos de de-risking e capital privado a mecanismos de remuneração por resultados (OECD, 2024b; OECD, 2024c).

Essa discussão ganha densidade ainda maior quando transposta para o contexto amazônico. A infraestrutura rodoviária, em regiões de floresta tropical, opera sobre territórios ecologicamente sensíveis, hidrológicamente variáveis e crescentemente expostos a perturbações compostas. FLORES et al. (2024) mostram que grandes porções da Amazônia podem ser expostas, nas próximas décadas, a combinações de estresses capazes de desencadear transições críticas, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda expressiva de resiliência em grande parte da floresta desde o início dos anos 2000. Em tal cenário, a compatibilidade territorial da rodovia depende menos da simples entrega física da obra e mais da capacidade de sustentar, no tempo, respostas institucionais e operacionais ajustadas a um sistema ambiental instável. Quando o desenho financeiro permanece concentrado no CAPEX inicial, a infraestrutura tende a ser tratada como ativo cuja racionalidade pública se esgota na implantação, e não como sistema que requer sustentação socioecológica permanente. O resultado é a reprodução

da assimetria já diagnosticada na seção anterior: alta visibilidade política da entrega e baixa densidade financeira justamente na fase em que os efeitos territoriais mais relevantes se manifestam.

A literatura internacional sobre infraestrutura resiliente reforça esse argumento. No relatório *Infrastructure for a Climate-Resilient Future*, a OECD sustenta que a resiliência exige fortalecer capacidades para prevenir, reagir e reconstruir, incorporando a adaptação não apenas ao planejamento, mas também à gestão e à manutenção da infraestrutura (OECD, 2024a). No *G20/OECD Report on Approaches for Financing and Investing in Climate-Resilient Infrastructure*, a organização assinala que medidas antecipadas de resiliência podem reduzir perdas futuras e que a ampliação do financiamento depende de instrumentos aptos a lidar com risco, horizonte longo e benefícios não imediatamente apropriáveis (OECD, 2024b). Esses argumentos são decisivos para o presente artigo porque demonstram que o financiamento da infraestrutura resiliente não pode ser pensado como apêndice da obra, mas como parte constitutiva do arranjo de governança do ativo. A questão, portanto, não é apenas “quanto” se investe, mas “como”, “quando” e “sob quais critérios de desempenho” os recursos são mobilizados.

Sob o prisma teórico, essa formulação permite reintroduzir o tempo longo na governança da infraestrutura. Em vez de concentrar a racionalidade econômica no investimento inicial, o modelo passa a reconhecer que parte decisiva da sustentabilidade depende do OPEX socioecológico e de despesas associadas à adaptação contínua. Em corredores amazônicos, isso é particularmente importante. A obra pode ser fisicamente concluída e ainda assim degradar territorialmente se faltar financiamento para operação compatível com variabilidade hidrológica, falhas localizadas,

processos erosivos, manutenção de dispositivos ambientais e monitoramento independente. Ao deslocar a atenção para o ciclo de vida do ativo, essa arquitetura financeira híbrida ajuda a corrigir a assimetria entre a visibilidade política da entrega da obra e a invisibilidade progressiva dos custos de sua operação inadequada. A própria OECD sublinha que os fluxos destinados à adaptação e à infraestrutura resiliente permanecem inferiores às necessidades e que os benefícios da resiliência nem sempre se convertem, com a velocidade necessária, em mecanismos compatíveis com a escala do desafio (OECD, 2024b; OECD, 2024c).

Esse enquadramento, contudo, exige cautela analítica. O recurso a estruturas financeiras combinadas não deve ser tratado como solução automática nem como fórmula neutra de mobilização de capital. A literatura recente e os relatórios de referência destacam desafios relevantes, como risco de adicionalidade fraca, dificuldade de mensuração de impacto, assimetrias de governança entre financiadores e agentes públicos e tendência à concentração em projetos mais facilmente estruturáveis, em detrimento de contextos institucionalmente mais frágeis (OECD, 2024b; OECD, 2024c). Em síntese, a questão não é apenas mobilizar mais capital, mas desenhar arranjos que preservem o interesse público, mantenham clareza sobre quem assume cada risco, estabeleçam critérios de elegibilidade e vinculem desembolsos a resultados verificáveis. O próprio relatório do G20/OECD enfatiza que garantias, outcome-based finance, green bonds e outras estruturas de mitigação de risco só produzem ganhos públicos consistentes quando integradas a políticas claras, governança robusta e critérios transparentes de alocação (OECD, 2024b).

Há, ainda, uma conexão decisiva entre esse modelo de financiamento e a governança orientada a resultados. Quanto mais difusos e temporalmente distribuídos forem os benefícios da resiliência, maior a necessidade de métricas auditáveis que permitam associar desembolsos, incentivos e correções contratuais a evidências de desempenho. Esse ponto aproxima a arquitetura financeira da lógica de performance territorial que estrutura o artigo. Não se trata apenas de financiar “mais”, mas de financiar “melhor”: com instrumentos aptos a sustentar monitoramento, aprendizagem institucional e remuneração vinculada a resultados territorialmente relevantes. A OECD assinala que mecanismos baseados em resultados e estruturas mistas de financiamento podem ser particularmente úteis em setores nos quais os ganhos públicos são elevados, mas os sinais de mercado permanecem insuficientes (OECD, 2024b). Em infraestrutura amazônica, isso significa criar condições para que benefícios como maior estabilidade funcional, menor vulnerabilidade climática e melhor compatibilidade territorial deixem de ser externalidades não financiadas e passem a integrar a própria arquitetura econômica do ativo.

Em termos de fundamentação teórica do artigo, esse eixo completa a transição iniciada nos subitens anteriores. A policentricidade oferece a base para coordenação entre capacidades distribuídas; a governança adaptativa introduz aprendizagem e revisão contínua; o sandbox regulatório cria o ambiente institucional para testar soluções sob supervisão; e o financiamento misto fornece a camada econômica capaz de sustentar, no tempo, a infraestrutura como ativo territorialmente responsivo. Sem essa dimensão, a governança orientada à performance tenderia a permanecer normativamente ambiciosa, mas materialmente precária. Com ela, torna-se possível conceber uma arquitetura em que decisão, regulação,

monitoramento e financiamento operem de forma coerente em torno do ciclo de vida socioecológico da rodovia. É a partir dessa convergência que a próxima seção poderá apresentar, em termos propositivos, a arquitetura institucional do artigo.

4. ARQUITETURA INSTITUCIONAL PROPOSTA PARA RODOVIAS AMAZÔNICAS

O diagnóstico institucional desenvolvido na Seção 2 e os fundamentos teóricos sistematizados na Seção 3 convergem para uma conclusão central: a sustentabilidade rodoviária em territórios amazônicos não pode ser adequadamente governada por uma institucionalidade baseada apenas em licenciamento episódico, controle documental, contratação por escopo e financiamento concentrado na implantação da obra. Em contextos territoriais marcados por elevada complexidade socioecológica, variabilidade hidrológica, riscos climáticos crescentes e múltiplas escalas de decisão, a infraestrutura precisa ser governada como ativo territorial dinâmico, e não como objeto administrativo estático. Isso exige uma arquitetura institucional capaz de integrar coordenação multiescalar, aprendizagem regulatória, monitoramento contínuo, responsabilização substantiva e sustentação econômico-financeira ao longo do ciclo de vida do corredor (OSTROM, 2010; FOLKE et al., 2005; OECD, 2024a; OECD, 2025a).

A proposta desenvolvida neste artigo estrutura-se em torno de três pilares mutuamente dependentes: governança policêntrica com accountability multiescalar, sandbox regulatório associado à contratação orientada a desempenho e arquitetura financeira híbrida voltada à manutenção do ciclo de vida socioecológico da infraestrutura. O primeiro pilar responde ao problema da

fragmentação institucional, oferecendo um arranjo de coordenação entre Estado, academia, comunidades locais, órgãos de controle e operadores contratuais. O segundo enfrenta a rigidez dos modelos regulatórios tradicionais, criando ambiente institucional para experimentação supervisionada, revisão incremental e contratação por solução. O terceiro corrige o descompasso entre financiamento da obra e sustentabilidade territorial, ao propor mecanismos capazes de sustentar monitoramento, manutenção adaptativa e remuneração vinculada a resultados verificáveis (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024; OECD, 2024b; OECD, 2025a).

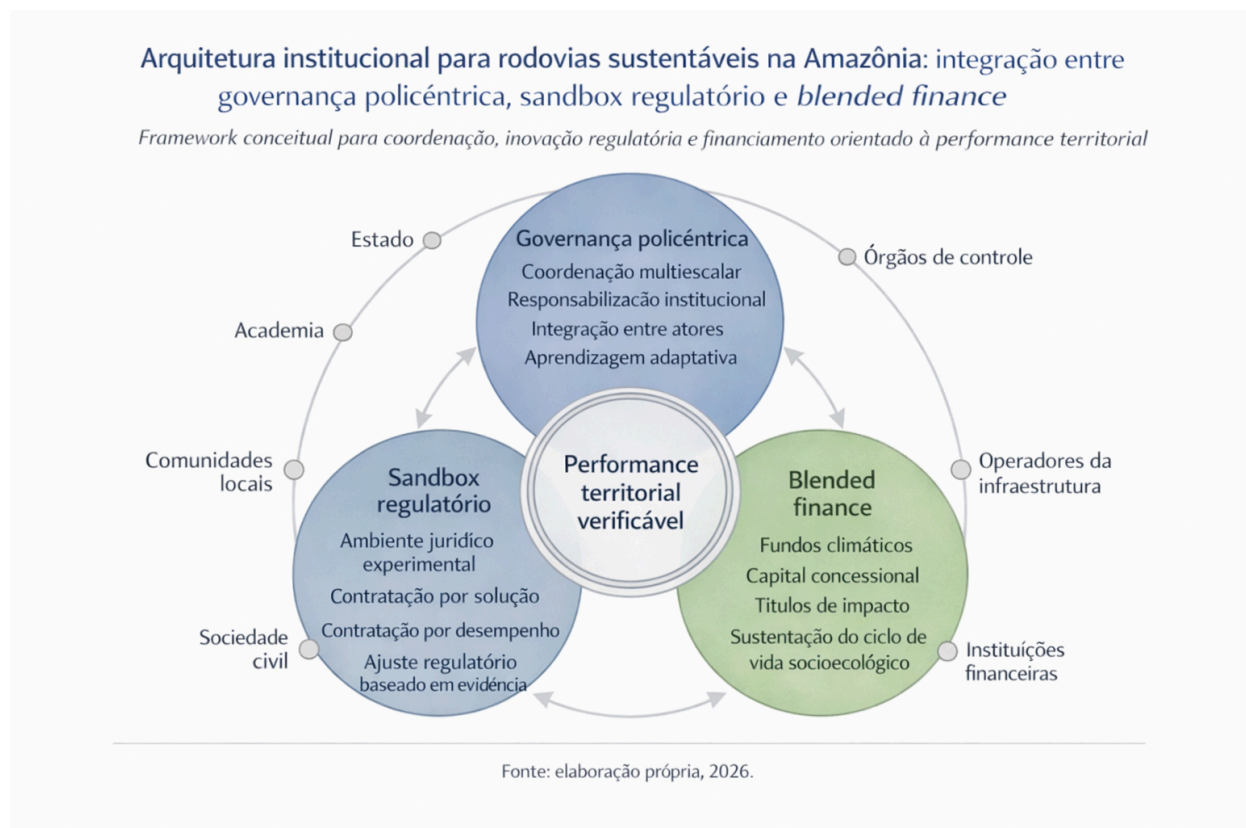


Figura 2. Arquitetura institucional para rodovias sustentáveis na Amazônia: integração entre governança policêntrica, sandbox regulatório e *blended finance*.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Mais do que componentes autônomos, esses três pilares devem ser compreendidos como partes de uma única lógica de governança. A coordenação policêntrica sem instrumentos regulatórios adequados tende a permanecer dependente de formas rígidas de contratação e de baixa capacidade adaptativa. A experimentação regulatória sem

mecanismos de financiamento compatíveis tende a se esgotar em pilotos pontuais, incapazes de sustentar desempenho ao longo do tempo. É uma arquitetura financeira mais sofisticada, desacompanhada de coordenação multiescalar e de métricas auditáveis, corre o risco de ampliar complexidade sem produzir responsabilização efetiva. A coerência da proposta depende, portanto, da articulação funcional entre coordenação, regulação e finança, sempre orientadas à performance territorial verificável.

Essa arquitetura não pretende substituir integralmente os instrumentos clássicos de planejamento, licenciamento, contratação e fiscalização. Sua finalidade é reordená-los sob uma lógica de ciclo de vida, aproximando-os de mecanismos de aprendizagem institucional, monitoramento independente e correção adaptativa. Em vez de abandonar o licenciamento, busca-se superar sua centralidade isolada. Em vez de dispensar contratos, propõe-se redefinir sua racionalidade. Em vez de tratar o financiamento como etapa externa à governança, a proposta o reinsere no núcleo da institucionalidade da infraestrutura. O objetivo, em última instância, é deslocar o foco da mera conformidade formal para a capacidade concreta de a rodovia operar em compatibilidade dinâmica com o território que atravessa.

4.1. Governança Policêntrica e Accountability Multiescalar

O primeiro pilar da arquitetura proposta consiste na estruturação de uma governança policêntrica orientada por coordenação substantiva e responsabilização multiescalar. O ponto de partida é reconhecer que a complexidade da infraestrutura rodoviária amazônica não pode ser adequadamente absorvida nem por uma burocracia setorial isolada, nem por uma multiplicidade

descoordenada de instituições. A literatura sobre policentricidade mostra que sistemas com múltiplos centros decisórios podem ampliar capacidade de experimentação, aprendizagem e sensibilidade territorial, desde que haja mecanismos claros de articulação, definição de papéis e tratamento explícito das assimetrias de poder (OSTROM, 2010; BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024). Em outras palavras, o valor da policentricidade não está na dispersão em si, mas na capacidade de transformar pluralidade institucional em ação pública coerente.

Aplicada à governança rodoviária amazônica, essa premissa conduz à necessidade de um comitê gestor multissetorial com competências expressas de coordenação, deliberação estratégica, supervisão da performance territorial e validação de ajustes operacionais e regulatórios. Esse comitê não substituiria os órgãos legalmente competentes, nem eliminaria a autoridade do ente público responsável pela rodovia. Sua função seria articular decisões, integrar fluxos de informação, consolidar métricas de desempenho, dirimir conflitos interinstitucionais e assegurar que a infraestrutura seja governada como sistema territorial, e não apenas como contrato ou obra. O Estado permanece central nesse arranjo, tanto por deter legitimidade normativa e poder de coerção quanto por ser o principal responsável pela tutela do interesse público e pela estabilidade institucional do sistema (KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024; BALDWIN, 2024).

Esse comitê gestor deveria reunir, em composição estável e com regras de funcionamento claramente definidas, ao menos cinco núcleos de capacidade institucional. O primeiro é o núcleo estatal setorial, formado pelo ente público responsável pela infraestrutura e por órgãos com competência material sobre planejamento,

operação e manutenção do corredor. O segundo é o núcleo ambiental e territorial, responsável por integrar leitura ecológica, hidrológica e de uso da terra à governança da via. O terceiro é o núcleo técnico-científico, composto por universidades, centros de pesquisa e especialistas aptos a produzir modelagem, validação metodológica e interpretação independente de indicadores. O quarto é o núcleo de controle e accountability, formado por instituições encarregadas de fiscalização, controle externo e supervisão da integridade procedimental e substantiva do arranjo. O quinto é o núcleo territorial, que incorpora comunidades locais, atores do entorno e formas institucionalizadas de conhecimento situado, indispensáveis para identificar efeitos distribuídos, conflitos emergentes e sinais precoces de inadequação territorial. Essa composição encontra respaldo na literatura de governança colaborativa, que destaca a importância de reunir diferentes capacidades em torno de dinâmica compartilhada de deliberação, motivação conjunta e ação coordenada (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012).

A operacionalidade desse arranjo depende, contudo, de evitar dois riscos opostos. O primeiro é a centralização burocrática disfarçada, na qual o comitê existe formalmente, mas apenas chancela decisões já tomadas por um núcleo restrito. O segundo é a horizontalização difusa, na qual a multiplicidade de atores impede definição clara de responsabilidades e compromete a efetividade decisória. Para escapar desses extremos, a governança policêntrica proposta exige definição expressa de competências, instâncias técnicas especializadas e fluxos decisórios distintos para deliberação estratégica, monitoramento, validação científica e revisão operacional. O comitê gestor deve ser o centro de coordenação, mas não o único espaço de produção de conhecimento ou de supervisão.

Sua legitimidade depende justamente da capacidade de articular, e não absorver, as demais funções do sistema.

É nesse ponto que a noção de accountability multiescalar assume papel decisivo. Em problemas territoriais complexos, responsabilização não pode ser reduzida à verificação de regularidade formal de atos isolados. É preciso construir mecanismos pelos quais diferentes atores respondam, em graus e planos distintos, por resultados territorialmente relevantes. Isso inclui responsabilidade administrativa do ente público pela condução do sistema; responsabilidade contratual dos operadores pela execução e manutenção segundo métricas auditáveis; responsabilidade técnica das instâncias de monitoramento e validação; responsabilidade dos órgãos de controle na fiscalização de aderência institucional; e responsabilidade deliberativa do comitê gestor quanto à coerência geral da governança. A literatura recente sobre policentricidade reforça exatamente que múltiplos centros decisórios só geram ganhos públicos quando articulados a mecanismos claros de prestação de contas, circulação de informação e verificação de desempenho (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024).

Nesse modelo, a accountability deixa de ser predominantemente vertical e retrospectiva para assumir caráter também horizontal, técnico e prospectivo. Ela é vertical porque o sistema continua submetido a controles formais e legais; horizontal porque diferentes instituições fiscalizam, validam e tensionam umas às outras; técnica porque parte relevante da responsabilização depende de monitoramento especializado e interpretação qualificada dos dados; e prospectiva porque não se limita a atribuir responsabilidade por falhas pretéritas, mas busca corrigir trajetórias antes que disfunções

se consolidem. Essa ampliação da noção de responsabilidade é compatível com a ideia de governança orientada à performance territorial: o que deve ser controlado não é apenas se a regra foi formalmente cumprida, mas se a infraestrutura permanece operando em compatibilidade com funções ecológicas, hidrológicas e territoriais definidas como objetivos públicos do sistema.

Para conferir operacionalidade a esse desenho, o comitê gestor deve ser apoiado por câmaras técnicas especializadas, com atribuições permanentes de assessoramento, consolidação de evidências e proposição de ajustes. Uma câmara técnico-ambiental pode se dedicar a drenagem, erosão, estabilidade territorial e variáveis ecológicas sensíveis; uma câmara contratual-regulatória pode examinar métricas, cláusulas de desempenho, contingências e necessidade de ajustes normativos; uma câmara socioinstitucional pode acompanhar conflitos, percepções locais, impactos no entorno e mecanismos de participação. Essa estrutura evita que todas as questões sejam tratadas no mesmo nível deliberativo e cria uma divisão funcional mais coerente com a complexidade do corredor. Em termos de desenho institucional, trata-se de aproximar a policentricidade de uma governança colaborativa tecnicamente informada, em que produção de conhecimento e deliberação não se confundem, mas operam de forma integrada (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012).

Outro aspecto essencial da proposta é a necessidade de interoperabilidade informacional. A governança policêntrica perde efetividade quando cada ator produz e utiliza informação segundo regime próprio, sem tradução comum para fins de decisão. Por isso, o arranjo aqui proposto exige protocolos compartilhados de coleta, sistematização e validação de dados, além de critérios mínimos de

transparência e circulação entre instituições. Não se trata de uniformizar todo o conhecimento sob uma única linguagem burocrática, mas de criar base comum suficientemente robusta para que decisões sobre operação, manutenção, revisão contratual e experimentação regulatória possam ser tomadas com coerência e rastreabilidade. Sem essa base, o sistema tende a reproduzir a fragmentação informacional já identificada na Seção 2.

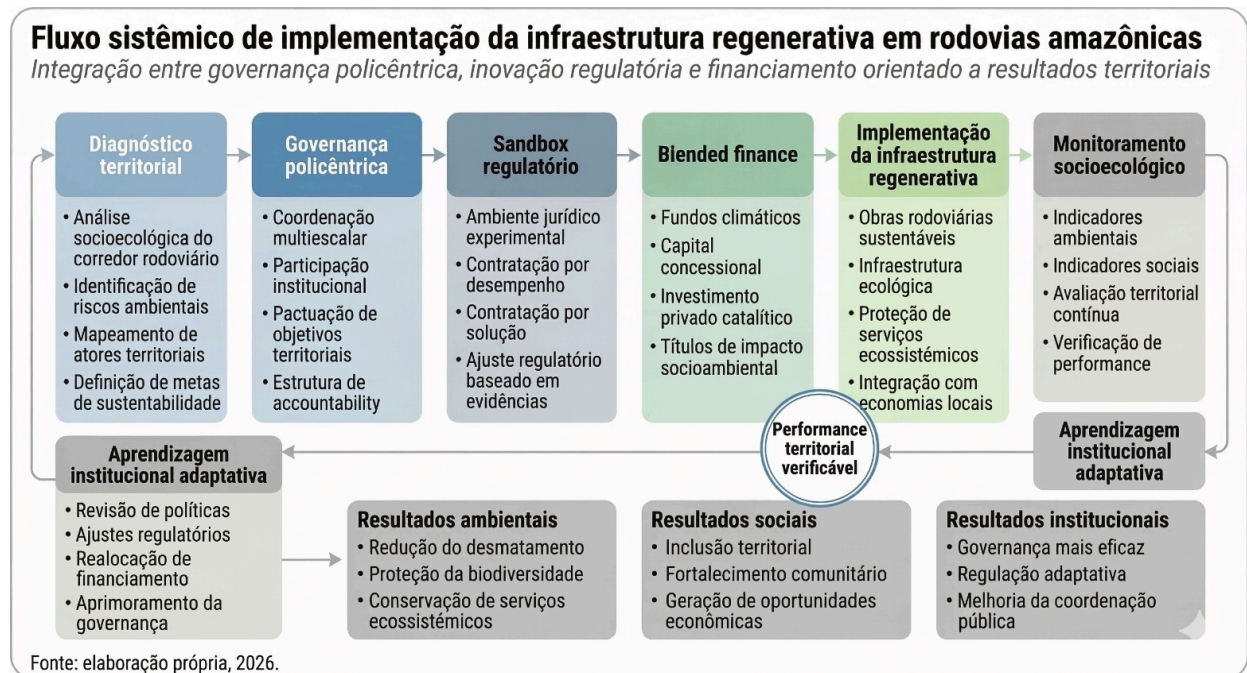


Figura 3. Modelo de governança policêntrica e accountability multiescalar para corredores rodoviários amazônicos.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Esse modelo de governança não elimina conflitos nem promete coordenação perfeita. Seu valor está em oferecer uma estrutura mais adequada para lidar com conflitos inevitáveis em sistemas territoriais complexos, reduzindo zonas de omissão, aumentando densidade informacional e tornando mais clara a responsabilidade por resultados. Em vez de tratar a pluralidade institucional como problema a ser eliminado ou como virtude a ser presumida, a proposta a reorganiza em torno de finalidades públicas verificáveis. É justamente essa reorganização que permite avançar para o segundo pilar da arquitetura institucional: a construção de um ambiente

regulatório experimental, capaz de acomodar inovação contratual e aprendizagem sob supervisão pública.

4.2. Sandbox Regulatório e Contratação Orientada a Desempenho

O segundo pilar da arquitetura institucional proposta consiste na criação de um ambiente regulatório experimental capaz de acomodar inovação contratual, aprendizagem supervisionada e revisão incremental de soluções em contextos de elevada complexidade territorial. Se a governança policêntrica responde ao problema da fragmentação institucional, o sandbox regulatório enfrenta outro limite estrutural do modelo convencional: sua baixa capacidade de operar sob incerteza sem recair, de um lado, na rigidez prescritiva e, de outro, na improvisação administrativa. Em corredores rodoviários amazônicos, essa questão é decisiva, porque o desempenho da infraestrutura depende de variáveis hidrológicas, ecológicas, operacionais e territoriais que não podem ser inteiramente antecipadas no momento do licenciamento ou da contratação. A literatura recente sobre experimentação regulatória sustenta justamente que, em problemas complexos, a boa regulação não decorre apenas da definição exaustiva de comandos ex ante, mas da construção de ciclos controlados de teste, monitoramento, avaliação e ajuste (OECD, 2025a; OECD, 2025b; FESER et al., 2024).

Nessa perspectiva, o sandbox regulatório não deve ser compreendido como espaço de suspensão genérica de normas ou de flexibilização irresponsável das salvaguardas públicas. Sua racionalidade é distinta. Trata-se de um ambiente juridicamente estruturado para testar soluções delimitadas, sob supervisão

intensiva, com critérios claros de entrada e saída, métricas auditáveis, mecanismos de revisão e regras explícitas de contenção de risco. A OECD (2025a) define o sandbox como ambiente controlado destinado a compreender oportunidades e riscos de inovações específicas e a desenvolver resposta regulatória apropriada sob controle público. Em chave convergente, a literatura acadêmica recente adverte que o valor desses ambientes depende menos do rótulo institucional e mais da qualidade do desenho regulatório, da capacidade de aprender com os testes realizados e da possibilidade de transferir, com critério, as lições produzidas para o regime ordinário (FESER et al., 2024; RAZ; LIFSHITZ-MILWIDSKY; INBAR, 2025).

Aplicado à infraestrutura rodoviária amazônica, esse instrumento pode ser concebido como arranjo regulatório de experimentação supervisionada voltado à testagem de soluções de engenharia, rotinas operacionais, cláusulas contratuais, métricas de desempenho e procedimentos de monitoramento em escala delimitada. Seu propósito não é substituir o licenciamento nem criar zona de excepcionalidade permanente, mas permitir que o poder público aprenda de forma controlada antes de escalar modelos institucionais ou técnicos para corredores mais amplos. Em vez de presumir que a melhor resposta pode ser integralmente fixada no início, o sandbox admite que parte da boa governança depende de verificar, em contexto real, quais combinações entre solução técnica, métrica, incentivo contratual e arranjo de supervisão efetivamente produzem melhor compatibilidade territorial. Essa lógica é particularmente adequada a ambientes amazônicos, nos quais pequenas inadequações operacionais podem, ao longo do tempo, gerar efeitos territoriais desproporcionais.

O funcionamento desse ambiente experimental pressupõe, em primeiro lugar, definição precisa do problema público. O erro mais recorrente em experiências regulatórias mal desenhadas consiste em transformar a inovação em fim em si mesmo. No caso aqui proposto, o sandbox deve partir de problemas claramente delimitados e territorialmente relevantes, tais como: insuficiência de soluções convencionais de drenagem em trechos sensíveis; recorrência de falhas operacionais associadas a processos erosivos; baixa efetividade de modelos tradicionais de manutenção; ou incapacidade dos contratos de escopo rígido para acomodar resposta adaptativa. O ambiente experimental passa, assim, a ser estruturado não para “testar inovação” de forma abstrata, mas para responder, com supervisão pública reforçada, a déficits concretos de desempenho territorial.

Em segundo lugar, o arranjo exige delimitação espacial, temporal e material do experimento. A literatura sobre sandboxes enfatiza que sua legitimidade depende de escopo claramente definido, critérios transparentes de elegibilidade e limites normativos expressos (OECD, 2025a). Em infraestrutura rodoviária, isso implica selecionar trechos, problemas e soluções com relativa capacidade de monitoramento e de reversibilidade operacional. O recorte não precisa ser pequeno em extensão absoluta, mas deve ser suficientemente delimitado para permitir supervisão intensiva e comparação entre hipóteses de intervenção. É precisamente por isso que o corredor da BR-364/AC, no segmento entre Manoel Urbano e Feijó, se apresenta como caso piloto particularmente útil: trata-se de contexto territorialmente sensível, tecnicamente relevante e analiticamente adequado para aprendizagem institucional incremental, sem pretensão de generalização automática.

Em terceiro lugar, o sandbox regulatório precisa ser articulado a uma lógica contratual orientada a desempenho. Esse é um ponto central da proposta. A experimentação, isoladamente, pouco altera a governança se o contrato continuar estruturado apenas em torno de escopos fixos, medições físicas e obrigações rigidamente prescritas. O que se propõe aqui é um deslocamento do foco contratual: do fornecimento de meios previamente fechados para a entrega de resultados territorialmente verificáveis. Isso não significa abandonar completamente especificações técnicas nem dissolver a segurança jurídica do contrato. Significa, antes, reorganizar a matriz contratual para que o problema público e os indicadores de desempenho ocupem posição mais central do que a simples reprodução de soluções padronizadas. A OECD (2024) sustenta, a propósito, que a contratação pública voltada à inovação pode funcionar como instrumento estratégico para adquirir soluções novas e gerar aprendizado estatal em contextos nos quais o problema é conhecido, mas a resposta mais adequada ainda demanda experimentação supervisionada.

Nesse modelo, a contratação por solução e por desempenho pressupõe que o ente público defina, com clareza, os objetivos públicos e as métricas auditáveis, deixando maior abertura quanto aos meios técnicos e operacionais empregados para atingi-los. Em um corredor amazônico, tais objetivos podem incluir, por exemplo, estabilidade funcional de trechos críticos, manutenção de parâmetros hidrológicos previamente definidos, redução de recorrência de falhas erosivas, preservação operacional de dispositivos ambientais ou melhoria de indicadores específicos de compatibilidade territorial. O contrato deixa, assim, de ser mero instrumento de aquisição de insumos e passa a operar como mecanismo de alinhamento entre incentivo econômico, supervisão

regulatória e resultado territorial. Esse movimento é coerente com a transição, defendida ao longo do artigo, da conformidade formal para a performance territorial verificável.

A adoção dessa lógica contratual exige, naturalmente, métricas robustas, auditáveis e institucionalmente legitimadas. Sem isso, a experimentação pode degenerar em discricionariedade técnica excessiva ou em controvérsia permanente sobre a aferição dos resultados. O desenho aqui proposto pressupõe que os indicadores sejam definidos de forma transparente, validados por instâncias técnicas independentes e acompanhados por protocolo de monitoramento contínuo. A mensuração não deve se limitar a produtividade física ou cumprimento de cronograma, mas incorporar variáveis diretamente relacionadas ao comportamento territorial da infraestrutura. Isso é particularmente importante porque, em contextos complexos, a eficiência aparente de curto prazo pode mascarar fragilidades operacionais de médio e longo prazo. O contrato orientado a desempenho, para ser juridicamente consistente, precisa tornar visível essa diferença.

Modelo integrado de avaliação da performance socioecológica de rodovias regenerativas na Amazônia

Estrutura multidimensional de indicadores ambientais, sociais, institucionais e econômicos para monitoramento territorial

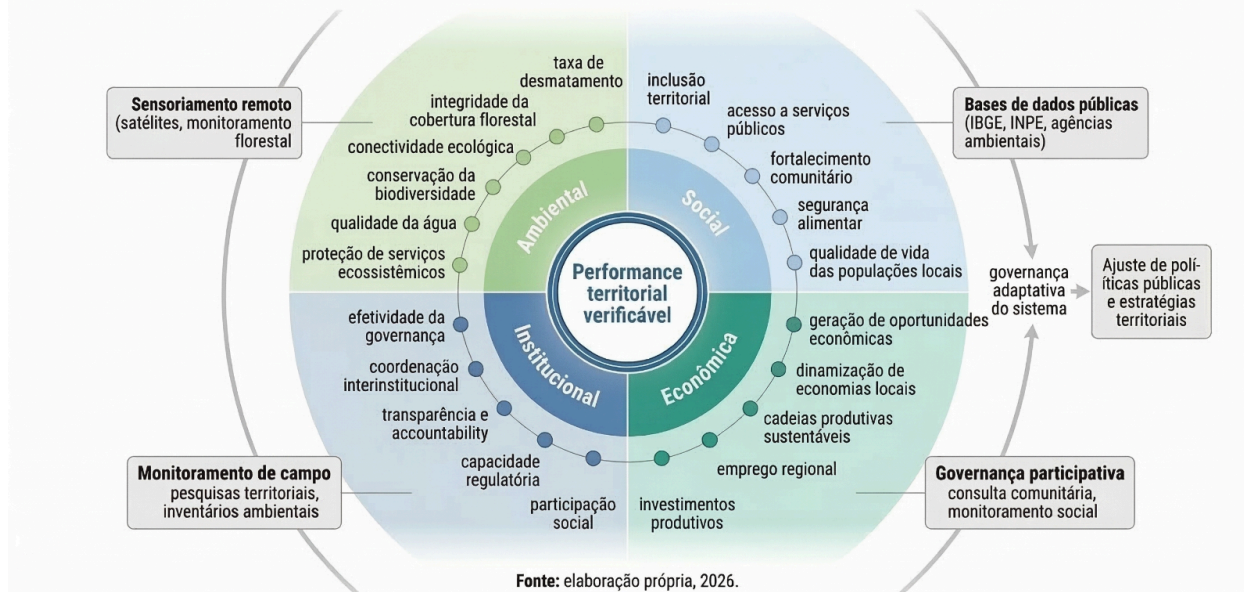


Figura 4. Arquitetura do sandbox regulatório e da contratação orientada a desempenho para infraestrutura rodoviária em territórios amazônicos.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Outro elemento decisivo desse pilar é a necessidade de monitoramento independente. A aprendizagem regulatória depende da qualidade da informação produzida durante o experimento. Se os dados forem opacos, fragmentados ou exclusivamente controlados pelos mesmos atores responsáveis pela execução, o sistema perderá confiabilidade e capacidade de revisão. Por isso, o sandbox deve prever validação técnica externa ou, ao menos, arranjo de supervisão compartilhada entre ente público, instâncias científicas e órgãos de controle. Esse monitoramento não tem função meramente fiscalizatória; ele é parte constitutiva do processo de aprendizagem. Seu objetivo é verificar se a solução contratada produz os resultados pretendidos, em que condições, com quais limitações e com que necessidade de ajuste regulatório ou contratual. Sem essa camada de validação, a experimentação se enfraquece e se torna incapaz de gerar conhecimento institucional reaproveitável.

A remuneração vinculada ao desempenho representa, nesse contexto, a consequência lógica da reconfiguração contratual. Se o objeto da governança deixa de ser apenas a entrega formal de meios e passa a incluir resultados territorialmente relevantes, a estrutura de pagamento não pode permanecer inteiramente indiferente ao comportamento do sistema. Isso não implica pagamento puramente variável nem transferência integral de risco ao contratado. Implica, sim, construir mecanismos em que parcela relevante da remuneração esteja condicionada à demonstração de resultados previamente pactuados, aferidos por métricas verificáveis e observados sob janela temporal compatível com a natureza do objetivo. Esse desenho é particularmente útil para evitar a dicotomia entre contratos rígidos demais para aprender e contratos flexíveis demais para responsabilizar.

Ainda assim, a adoção de um sandbox regulatório em infraestrutura amazônica exige cautelas reforçadas. A primeira é a necessidade de preservação integral das salvaguardas ambientais, territoriais e procedimentais essenciais. A experimentação não pode funcionar como pretexto para redução de proteção em contexto sensível. A segunda é a definição de regras claras de reversibilidade e encerramento. Toda experiência regulatória precisa saber o que constitui êxito, fracasso ou necessidade de ajuste. A terceira é a prevenção da captura regulatória, risco especialmente relevante quando a complexidade técnica do objeto pode concentrar informação em poucos atores. Por isso, transparência procedimental, participação qualificada, supervisão externa e documentação sistemática das lições do experimento são componentes indispensáveis do arranjo. A literatura recente sobre sandboxes reforça justamente que sua legitimidade depende da capacidade de aprender sem dissolver a autoridade pública nem

obscurer quem decide, com base em quais evidências e sob quais limites normativos (OECD, 2025a; RAZ; LIFSHITZ-MILWIDSKY; INBAR, 2025).

Em termos sistêmicos, esse segundo pilar completa a passagem da governança adaptativa para a sua operacionalização jurídico-contratual. Se a Seção 3 demonstrou que aprendizagem e revisão são indispensáveis em sistemas socioecológicos complexos, o sandbox regulatório fornece o meio institucional para testar soluções sob supervisão pública, enquanto a contratação orientada a desempenho transforma o contrato em instrumento de alinhamento entre incentivo, monitoramento e resultado territorial. O passo seguinte consiste em enfrentar a dimensão sem a qual essa engenharia institucional não se sustenta no tempo: a arquitetura financeira necessária para custear monitoramento, manutenção adaptativa e remuneração por resultados ao longo do ciclo de vida da infraestrutura. É esse o objeto do próximo subitem.

4.3. Arquitetura de Blended Finance e Sustentação do Ciclo de Vida Socioecológico da Infraestrutura

O terceiro pilar da arquitetura proposta consiste na construção de um arranjo financeiro capaz de sustentar, de modo estável e verificável, o ciclo de vida socioecológico da infraestrutura rodoviária. Se a governança policêntrica oferece coordenação institucional e o sandbox regulatório cria as condições para experimentação supervisionada e contratação por desempenho, permanece a necessidade de enfrentar a base material sem a qual esses dois pilares tendem a se enfraquecer: a disponibilidade de recursos para financiar operação, monitoramento, manutenção adaptativa, correção de trajetória e remuneração por resultados territorialmente

relevantes. Em corredores amazônicos, a insuficiência desse componente não representa mero detalhe orçamentário. Ela compromete o próprio núcleo da sustentabilidade, porque a compatibilidade territorial da rodovia depende de dispêndios permanentes associados à dinâmica hidrológica, à estabilidade funcional de trechos sensíveis, à prevenção de falhas erosivas, à resposta a perturbações climáticas e à preservação de funções ecológicas e territoriais ao longo do tempo (OECD, 2024a; OECD, 2024b; FLORES et al., 2024; BOULTON et al., 2022).

A proposta aqui defendida parte da premissa de que a infraestrutura amazônica não pode continuar sendo tratada como ativo cuja racionalidade financeira se esgota na implantação. Em sistemas territoriais de alta sensibilidade, a obra física representa apenas o momento inicial de uma trajetória muito mais longa, durante a qual se acumulam riscos, custos de adaptação, necessidades de reconfiguração técnica e exigências de monitoramento. A literatura recente sobre infraestrutura resiliente ao clima tem enfatizado precisamente esse ponto: a resiliência depende de integração entre investimento inicial, operação, manutenção e revisão contínua, sendo inadequados os modelos que concentram recursos no CAPEX e relegam o OPEX socioecológico a lógicas residuais ou contingenciais (OECD, 2024a; OECD, 2024b). Para o caso amazônico, isso significa reconhecer que drenagem, estabilização ecotécnica, restauração localizada, supervisão independente e ajuste operacional não são externalidades periféricas da rodovia, mas funções estruturais de sua governança territorial.

Nessa perspectiva, o blended finance deve ser compreendido menos como técnica financeira isolada e mais como arquitetura de sustentação institucional. Seu sentido, aqui, não se limita à

combinação abstrata entre fontes públicas e privadas de capital. O que interessa é a possibilidade de estruturar um sistema financeiro em que recursos de naturezas distintas sejam mobilizados de forma complementar para custear dimensões diferentes do ciclo de vida da infraestrutura. O capital público estruturante permanece indispensável para assegurar legitimidade, reduzir riscos iniciais, viabilizar funções de interesse difuso e sustentar componentes que o mercado dificilmente financiaria isoladamente. Instrumentos concessionais e garantias podem reduzir barreiras à entrada de outros fluxos de capital. Fundos climáticos e mecanismos voltados à adaptação podem apoiar despesas associadas à resiliência e à redução de vulnerabilidades futuras. Já mecanismos de remuneração por resultados podem conectar desembolsos à demonstração de desempenho territorial verificável (OECD, 2024b; OECD, 2024c).

A racionalidade desse arranjo decorre do fato de que os benefícios da infraestrutura territorialmente responsável são híbridos e assimetricamente apropriáveis. Parte deles assume forma de funcionalidade logística e eficiência operacional. Outra parte, porém, consiste em benefícios públicos de longo prazo, como redução de exposição a falhas climáticas, contenção de perdas futuras, maior estabilidade hidrológica, menor degradação territorial e preservação de funções ecossistêmicas relevantes. São justamente esses benefícios mais difusos — embora centrais do ponto de vista coletivo — que tendem a ser subfinanciados por modelos tradicionais de investimento. A OECD observa que a ampliação do financiamento para infraestrutura resiliente enfrenta barreiras associadas à incerteza, ao horizonte longo de maturação e à dificuldade de apropriação privada dos retornos da adaptação, razão pela qual instrumentos de financiamento misto, garantias e arranjos baseados

em resultados podem ser decisivos para tornar esses investimentos viáveis (OECD, 2024b; OECD, 2024c). Em termos institucionais, isso significa que o financiamento da resiliência não pode depender apenas de dotações episódicas ou de racionalidades estritamente mercantis.

Essa formulação adquire relevância ainda maior quando confrontada com a especificidade ecológica da Amazônia. FLORES et al. (2024) mostram que entre 10% e 47% das florestas amazônicas poderão estar expostas, até 2050, a combinações de perturbações capazes de desencadear transições críticas, enquanto BOULTON et al. (2022) identificam perda expressiva de resiliência em grande parte da floresta desde o início dos anos 2000. Isso significa que o corredor rodoviário amazônico não interage com um sistema estável, mas com um território cuja capacidade de absorver perturbações já se encontra tensionada. Nesses termos, financiar apenas a entrega da obra equivale a subfinanciar justamente a dimensão mais importante da governança: a manutenção de sua compatibilidade operacional com um ambiente cada vez mais instável. A insuficiência do modelo financeiro tradicional não é, portanto, apenas contábil; ela é também ecológica e territorial.

A arquitetura financeira proposta para corredores amazônicos pode, assim, ser pensada em camadas complementares de financiamento. A primeira camada é formada por recursos públicos estruturantes, responsáveis por viabilizar o arranjo, cobrir funções indelegáveis e reduzir assimetrias iniciais de risco. A segunda é composta por fontes climáticas e concessionais, orientadas a despesas relacionadas à adaptação, resiliência e proteção de funções territoriais sensíveis. A terceira envolve instrumentos de mobilização de capital de longo prazo, como estruturas de financiamento

vinculadas à sustentabilidade, garantias parciais ou títulos temáticos, desde que adequadamente calibrados às características do projeto e submetidos a governança robusta. A quarta camada corresponde aos mecanismos de remuneração por resultados, que vinculam parte do fluxo financeiro à verificação de metas ou parâmetros previamente definidos. Essa construção é compatível com a literatura recente, que destaca o papel de bancos públicos de desenvolvimento, bancos de infraestrutura, garantias, instrumentos concessionais, outcome-based finance e cláusulas de resiliência como meios de reduzir risco e aumentar a atratividade de investimentos territorialmente relevantes (OECD, 2024b; OECD, 2024c).

Essa reorganização financeira exige, por consequência, uma redefinição do próprio objeto de financiamento. Em vez de restringir-se à obra, o arranjo passa a internalizar o ciclo de vida socioecológico da infraestrutura. Isso inclui não apenas a execução inicial, mas também manutenção adaptativa, monitoramento independente, atualização de soluções, recomposição de trechos sensíveis, resposta a eventos críticos e eventual recalibração de instrumentos contratuais. A vantagem analítica dessa formulação é dupla. De um lado, corrige o erro clássico de tratar custos de adaptação como acessórios ou extraordinários. De outro, cria condições para que a governança oriente recursos àquilo que efetivamente determina a qualidade territorial da infraestrutura. Em regiões amazônicas, onde os efeitos mais relevantes se manifestam no tempo e em interação com um sistema ambiental instável, financiar apenas a entrega da obra equivale a financiar a parte menos difícil do problema.

Outro componente decisivo da proposta é a criação de um fundo patrimonial ou mecanismo equivalente de manutenção regenerativa, destinado a assegurar continuidade financeira a funções que não podem depender exclusivamente de ciclos anuais de execução orçamentária. A ideia não é substituir o orçamento público ordinário, mas complementá-lo com estrutura mais estável para despesas recorrentes e territorialmente críticas. Em um corredor amazônico, tal mecanismo poderia apoiar, por exemplo, rotinas de monitoramento técnico-científico, manutenção adaptativa de trechos vulneráveis, revisão de soluções de drenagem e custeio de avaliações independentes de desempenho. Seu valor institucional está em reduzir a descontinuidade que marca o financiamento tradicional e em criar horizonte financeiro minimamente compatível com a temporalidade real da infraestrutura. A literatura recente sobre adaptação e financiamento climático indica que um dos grandes obstáculos à resiliência está justamente na fragmentação dos fluxos financeiros e na ausência de mecanismos capazes de sustentar compromissos de longo prazo (OECD, 2024b; OECD, 2024c).

Há, ainda, uma conexão essencial entre essa arquitetura financeira e a lógica contratual desenvolvida no item anterior. O financiamento misto aqui proposto não opera adequadamente sem métricas auditáveis, monitoramento independente e critérios claros de elegibilidade para desembolsos. Em outras palavras, ele depende de governança por desempenho. Quanto mais difusos forem os benefícios públicos, maior a necessidade de instrumentos que tornem verificável a produção desses resultados. Por isso, parte do fluxo financeiro deve estar condicionada a evidências técnicas de funcionamento territorial da infraestrutura, e não apenas à comprovação formal de despesas ou à entrega física de

componentes contratuais. Esse deslocamento é decisivo porque alinha a economia do projeto à mesma lógica que orienta sua regulação: não basta gastar corretamente; é preciso produzir resultados compatíveis com os objetivos públicos definidos para o corredor (OECD, 2024b).

Esse modelo, naturalmente, não está isento de riscos. A literatura e os relatórios especializados apontam problemas como adicionalidade fraca, complexidade excessiva de estruturação, risco de captura, assimetrias informacionais entre financiadores e poder público e tendência à concentração em ativos mais facilmente “bancarizáveis”, em detrimento de contextos territorialmente mais difíceis (OECD, 2024b; OECD, 2024c; OMUKUTI, 2024). Em infraestrutura amazônica, esses riscos são ainda mais sensíveis, porque a linguagem financeira pode obscurecer a centralidade do interesse público e deslocar o foco da proteção territorial para a mera viabilidade econômica do arranjo. Por essa razão, a arquitetura aqui proposta exige critérios explícitos de governança: definição clara de objetivos, transparência na alocação de riscos, supervisão pública robusta, vinculação a métricas territorialmente relevantes e preservação da autoridade estatal sobre decisões estratégicas. O financiamento deve servir à governança da infraestrutura; não o contrário.

A consequência teórica dessa formulação é importante. Ao incorporar o tempo longo, a adaptabilidade e a remuneração por resultados ao desenho econômico do corredor, o financiamento deixa de ser dimensão externa ao problema e passa a integrar a própria definição de sustentabilidade institucional. Não se trata apenas de “como pagar” pela infraestrutura, mas de “como estruturá-la economicamente” para que permaneça compatível

com o território que atravessa. É nesse sentido que a arquitetura financeira completa a lógica construída desde a Seção 3. A policentricidade organiza atores e capacidades; a governança adaptativa introduz aprendizagem; o sandbox regulatório oferece ambiente de experimentação supervisionada; e a engenharia financeira de ciclo de vida assegura a materialidade dessa governança no tempo.



Figura 5. Arquitetura de financiamento misto para a sustentação do ciclo de vida socioecológico de rodovias amazônicas.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Com esse terceiro pilar, a arquitetura institucional do artigo se completa em seus elementos essenciais. O passo seguinte consiste em demonstrar como essa proposta pode ser lida à luz de um corredor concreto, utilizando o trecho da BR-364/AC entre Manoel Urbano e Feijó como caso-piloto institucional para experimentação, aprendizagem e eventual escalabilidade adaptativa.

Esse redesenho também encontra respaldo em literatura recente que questiona o modo como o financiamento climático inovador

tem sido operacionalizado, mostrando que sua efetividade depende da forma como recursos são governados, alocados e vinculados a critérios de transformação, equidade e capacidade de implementação, e não apenas da sofisticação do instrumento financeiro em si (OMUKUTI, 2024).

4.4. Integração Sistêmica da Arquitetura Institucional e Ciclo Adaptativo de Governança

Os três pilares desenvolvidos nos subitens anteriores — governança policêntrica, sandbox regulatório associado à contratação orientada a desempenho e arquitetura de financiamento de ciclo de vida — não devem ser compreendidos como instrumentos autônomos, justapostos de maneira contingente. O sentido da proposta reside precisamente em sua integração sistêmica. A coordenação multiescalar sem instrumentos regulatórios aptos à aprendizagem tende a reproduzir fragmentação sob nova linguagem institucional. A experimentação regulatória sem sustentação financeira de longo prazo tende a produzir pilotos pontuais, incapazes de consolidar desempenho. O financiamento, por sua vez, quando desacoplado de métricas auditáveis e de governança substantiva, corre o risco de ampliar complexidade econômica sem melhorar a qualidade territorial da infraestrutura. O modelo proposto parte, portanto, da premissa de que sustentabilidade rodoviária em territórios amazônicos exige a articulação funcional entre decisão, regulação, monitoramento, contrato e financiamento, todos orientados à performance territorial verificável (OSTROM, 2010; FOLKE et al., 2005; OECD, 2024a; OECD, 2025a).

Essa integração pode ser compreendida como um ciclo adaptativo de governança. Em sua primeira etapa, a governança policêntrica

organiza capacidades distribuídas, define papéis institucionais, estrutura o comitê gestor multissetorial e assegura base mínima de coordenação e accountability. Em seguida, o sandbox regulatório oferece o ambiente de experimentação supervisionada no qual soluções podem ser testadas em escala delimitada, sob métricas claras, monitoramento independente e revisão incremental. A contratação orientada a desempenho converte essa lógica em vínculo jurídico-operacional, reordenando incentivos para que a remuneração e a avaliação se aproximem de resultados territorialmente relevantes. Por fim, a arquitetura financeira híbrida sustenta materialmente o sistema, garantindo continuidade a despesas que o paradigma centrado apenas na obra tende a invisibilizar, como manutenção adaptativa, monitoramento técnico-científico, correção de trajetória e remuneração por desempenho. O ciclo se fecha quando os dados produzidos pela operação alimentam nova rodada de deliberação, ajuste regulatório, revisão contratual e eventual reconfiguração financeira, tornando a aprendizagem parte ordinária da governança, e não resposta excepcional a crises. Essa leitura é coerente com a literatura sobre governança adaptativa, que enfatiza a necessidade de acoplamento entre monitoramento, revisão institucional e reorganização da ação pública diante de sistemas dinâmicos e incertos (CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014; FOLKE et al., 2005).

O ganho analítico desse arranjo está em substituir uma institucionalidade baseada em etapas estanques por uma institucionalidade baseada em retroalimentação orientada a resultados. No modelo convencional, planejamento, licenciamento, contratação, execução, manutenção e fiscalização tendem a operar como compartimentos administrativos relativamente autônomos, com fraca circulação de informação e baixa capacidade de correção

coordenada. No arranjo aqui proposto, esses elementos passam a operar como partes de um mesmo sistema, no qual a informação produzida em campo não tem função apenas declaratória, mas orienta decisão, regula incentivos e condiciona desembolsos. O que se propõe, em consequência, não é simples adição de novos instrumentos a um modelo preexistente, mas mudança na gramática institucional da infraestrutura: o eixo desloca-se da regularidade formal do processo para a qualidade territorial do resultado. A própria literatura recente sobre policentricidade e regulação experimental converge nessa direção ao sustentar que problemas complexos exigem arranjos nos quais múltiplos centros de decisão, instrumentos de aprendizagem e revisão normativa atuem em conexão, e não isoladamente (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024; OECD, 2025a).

Essa reorganização sistêmica também produz uma transformação importante na noção de accountability. Em vez de responsabilização predominantemente retrospectiva e centrada em conformidade documental, o modelo passa a operar com responsabilização multinível, prospectiva e orientada a desempenho. O ente público responde pela coerência do sistema e pela tutela do interesse público; o operador contratual responde pela execução e manutenção segundo metas auditáveis; as instâncias técnicas respondem pela qualidade do monitoramento e da validação metodológica; os órgãos de controle respondem pela integridade institucional e pela aderência do arranjo às finalidades públicas; e o comitê gestor responde pela capacidade de integrar essas dimensões em decisões coerentes. Com isso, a governança deixa de perguntar apenas se a etapa foi regularmente cumprida e passa a perguntar se a infraestrutura permaneceu funcionalmente compatível com as condições territoriais para as quais foi concebida.

Essa ampliação da responsabilização está em sintonia com a literatura de governança colaborativa e com abordagens recentes de coordenação multiescalar, que ressaltam a necessidade de transformar pluralidade institucional em capacidade efetiva de ação pública conjunta (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; BALDWIN, 2024).

Outro ponto decisivo é que a integração sistêmica proposta reduz a distância entre tempo administrativo e tempo territorial. Um dos problemas centrais da infraestrutura convencional consiste em submeter processos socioecológicos de longa duração a dispositivos institucionais de curta janela decisória. Ao vincular coordenação multiescalar, monitoramento contínuo, revisão regulatória e financiamento de ciclo de vida, o modelo aproxima a temporalidade da governança da temporalidade real dos efeitos da infraestrutura. Essa aproximação é particularmente relevante na Amazônia, onde os impactos mais críticos da rodovia tendem a emergir na operação prolongada e em interação com variabilidade climática, perda de resiliência ecológica e transformação do uso da terra (FLORES et al., 2024; BOULTON et al., 2022). Assim, a integração dos pilares não representa apenas sofisticação organizacional; ela é condição para que a infraestrutura possa ser governada segundo a duração efetiva de seus efeitos territoriais.

Em termos comparativos, o modelo proposto se distingue tanto do paradigma convencional quanto de uma abordagem meramente mitigatória. O paradigma convencional concentra-se em licenciamento episódico, contratos por escopo, fiscalização documental e financiamento predominantemente construtivo. A abordagem mitigatória representa avanço parcial, pois incorpora preocupação ambiental e medidas corretivas, mas ainda opera, em

muitos casos, como complemento periférico à lógica central da obra. A arquitetura aqui defendida desloca o centro do sistema: governança, contrato e financiamento passam a ser organizados desde o início em torno da manutenção de performance territorial verificável. Essa distinção é importante porque impede que o artigo seja lido como mera atualização incremental do modelo vigente. O que está em jogo é uma inflexão institucional mais profunda, na qual sustentabilidade deixa de ser atributo acessório e passa a constituir o próprio princípio organizador do corredor.

Dimensão institucional	Modelo convencional	Modelo mitigatório	Modelo regenerativo proposto
Lógica de licenciamento	Ênfase em autorização formal da obra	Ênfase em mitigação e compensação de impactos	Ênfase em desempenho territorial verificável
Forma de governança	Arranjo hierárquico e setorial	Coordenação interinstitucional parcial	Coordenação policêntrica, multiescalar e adaptativa
Modelo contratual	Contrato centrado em escopo físico	Contrato com obrigações ambientais acessórias	Contrato centrado em solução e desempenho
Critério de pagamento	Execução física mensurada	Cumprimento de condicionantes	Entrega de resultados territorialmente auditáveis
Tipo de monitoramento	Esporádico e reativo	Ambiental e conformativo	Contínuo, territorial, independente e orientado a indicadores
Estrutura de financiamento	Capital público de implantação	Capital público com custos mitigatórios associados	Arquitetura mista com blended finance e pagamentos por resultado
Capacidade adaptativa	Residual	Limitada	Incorporada ao desenho institucional
Performance territorial	Não internalizada	Parcialmente internalizada	Internalizada, verificável e escalável

Nota: Diferentemente dos modelos convencional e mitigatório, o modelo institucional proposto articula governança policêntrica, contratação orientada a desempenho, sandbox regulatório, monitoramento territorial contínuo e financiamento de ciclo de vida, orientando a infraestrutura rodoviária à performance territorial verificável.

Quadro 1. Síntese comparativa entre modelos de governança e gestão da infraestrutura rodoviária na Amazônia.

Fonte: Elaboração própria (2026).

O Quadro 1 deve ser inserido neste ponto porque cumpre função de consolidação comparativa. Ao reunir, em chave sinóptica, as diferenças entre o modelo convencional, o modelo mitigatório e o modelo proposto quanto à lógica de licenciamento, forma de governança, modelo contratual, critério de pagamento, tipo de monitoramento, financiamento, capacidade adaptativa e performance territorial, ele permite ao leitor visualizar, de modo

imediatamente, a mudança de paradigma defendida ao longo da Seção 4. Seu papel não é apenas didático, mas analítico: ele mostra que a proposta do artigo não consiste em somar instrumentos dispersos, e sim em reorganizar a governança da infraestrutura segundo outro princípio institucional.

A integração sistêmica aqui formulada prepara, assim, a transição para a seção seguinte. Depois de diagnosticar os limites do modelo vigente, reconstruir os fundamentos teóricos da proposta e apresentar sua arquitetura institucional, torna-se possível examiná-la à luz de um corredor concreto. O trecho da BR-364/AC entre Manoel Urbano e Feijó será tratado, na próxima seção, como caso-piloto institucional, apto a demonstrar como a articulação entre coordenação multiescalar, experimentação regulatória, contratação orientada a desempenho e financiamento de ciclo de vida pode ser mobilizada em contexto real de alta sensibilidade socioecológica. É precisamente nessa passagem da arquitetura ao piloto que o artigo procura converter robustez conceitual em aplicabilidade analítica.

5. APLICAÇÃO ANALÍTICA AO CORREDOR BR-364/AC

A consistência de uma proposta institucional não se aferra apenas à sua coerência teórica, mas também à sua capacidade de iluminar problemas concretos de governança em contextos territoriais específicos. É nesse sentido que o corredor da BR-364/AC, no trecho entre Manoel Urbano e Feijó, adquire centralidade analítica para o presente artigo. A escolha desse segmento não decorre de mera conveniência empírica, nem de pretensão de exaustividade demonstrativa. Trata-se, antes, de um recorte metodologicamente orientado para examinar como uma arquitetura institucional baseada em governança policêntrica, experimentação regulatória e

financiamento de ciclo de vida pode ser territorializada em um corredor amazônico real, marcado por relevância logística, vulnerabilidade socioecológica e necessidade de coordenação pública continuada. Em termos analíticos, o trecho funciona como caso-piloto institucional, isto é, como espaço apto à observação, à aprendizagem e à verificação prospectiva da coerência do modelo proposto.

A pertinência desse recorte decorre de uma característica fundamental das rodovias amazônicas: sua capacidade de atuar simultaneamente como infraestrutura de mobilidade e como vetor de reorganização territorial. A literatura internacional e amazônica tem mostrado, com consistência, que corredores viários em florestas tropicais não produzem apenas efeitos diretos sobre a faixa física da obra, mas induzem alterações nos padrões de uso da terra, de acessibilidade, de fragmentação e de pressão sobre ecossistemas e comunidades, com intensidade variável segundo o arranjo institucional que governa sua implantação e operação (VILELA et al., 2020; BEBBINGTON et al., 2020). Isso significa que a análise de um corredor como a BR-364/AC não pode se limitar à engenharia da via ou ao seu papel logístico. Ela exige leitura integrada das condições territoriais, das vulnerabilidades ecológicas e da capacidade institucional de coordenação, monitoramento e correção de trajetória.

O trecho Manoel Urbano–Feijó reúne, nesse aspecto, atributos particularmente relevantes. De um lado, insere-se em região em que a conectividade rodoviária possui importância econômica e social evidente para a articulação do território acreano. De outro, atravessa um contexto amazônico caracterizado por elevada sensibilidade ecológica, forte interação entre infraestrutura e processos territoriais

e necessidade de tratamento institucional mais fino do que aquele oferecido pelo paradigma convencional. A literatura sobre redes rodoviárias na Amazônia demonstra que a priorização e a governança de corredores dessa natureza devem considerar não apenas os benefícios de integração, mas também os riscos territoriais associados à abertura de acessos, à reconfiguração do uso da terra e à propagação de externalidades cumulativas (BARBER et al., 2014; VILELA et al., 2020). Em termos institucionais, isso torna o corredor especialmente apropriado para examinar se o deslocamento da conformidade procedimental para a performance territorial verificável pode ser traduzido em desenho de governança aplicável.

A escolha do corredor também se justifica pela natureza da proposta desenvolvida ao longo do artigo. Como se demonstrou nas seções anteriores, a transição para uma infraestrutura territorialmente responsável depende da articulação entre coordenação multiescalar, monitoramento contínuo, instrumentos regulatórios aptos à aprendizagem e financiamento compatível com o ciclo de vida do ativo. Essa arquitetura não pode ser avaliada apenas em abstrato. Ela precisa ser confrontada com um corredor capaz de condensar, em escala analiticamente inteligível, os principais desafios que marcam a infraestrutura rodoviária amazônica: fragmentação institucional, descompasso entre obra e manutenção, rigidez contratual, baixa adaptabilidade e dificuldade de internalizar custos e funções socioecológicas no centro da governança. O caso da BR-364/AC é particularmente útil porque permite territorializar esses problemas sem dissolver a análise em generalizações excessivamente amplas.

Nesse enquadramento, a aplicação analítica ao corredor possui finalidade dupla. No plano metodológico, permite testar a consistência interna da arquitetura institucional proposta, verificando se seus três pilares são capazes de dialogar com um território concreto e com problemas institucionalmente plausíveis. No plano substantivo, oferece uma base argumentativa para discutir a possibilidade de pilotos institucionais “controlados”, isto é, recortes territorialmente delimitados em que aprendizagem, validação e eventual escalabilidade possam ocorrer sob maior densidade de supervisão e menor risco de generalização prematura. Essa abordagem é convergente com a literatura recente sobre governança de grandes infraestruturas em regiões tropicais, que insiste na importância de combinar prudência institucional, experimentação incremental e forte capacidade de coordenação pública diante de sistemas territoriais complexos (BEBBINGTON et al., 2020; OECD, 2025a).

A seção está organizada em quatro movimentos complementares. O primeiro examina o contexto territorial e a relevância estratégica do corredor Manoel Urbano–Feijó. O segundo apresenta um diagnóstico institucional sintético do modelo atualmente incidente sobre o trecho, à luz das limitações discutidas na Seção 2. O terceiro desenvolve a aplicação conceitual da arquitetura institucional proposta ao corredor, demonstrando como seus pilares poderiam operar em chave integrada. O quarto, por fim, discute o potencial de replicabilidade e escalabilidade adaptativa do modelo para outros corredores amazônicos, sem perder de vista as diferenças contextuais que condicionam qualquer processo de difusão institucional.

A aplicação analítica ao corredor BR-364/AC foi desenvolvida com base em revisão documental de normas, relatórios técnicos e literatura especializada sobre governança de infraestrutura em contextos amazônicos, articulada a uma leitura institucional do trecho entre Manoel Urbano e Feijó. O diagnóstico não teve natureza de mensuração empírica exaustiva, mas de análise institucional prospectiva, informada por documentos públicos relativos à infraestrutura rodoviária, por literatura científica sobre rodovias amazônicas e por evidências secundárias sobre vulnerabilidade territorial, riscos socioecológicos e limitações dos modelos convencionais de governança. Esse procedimento permitiu examinar, em chave aplicada, a aderência e a plausibilidade institucional da arquitetura proposta para um corredor territorialmente sensível, sem pretensão de esgotar empiricamente todas as variáveis do caso.

5.1. Contexto Territorial e Relevância Estratégica do Corredor Manoel Urbano–feijó

O trecho da BR-364 entre Manoel Urbano e Feijó situa-se em uma região de elevada importância para a conectividade interna do Acre e para a integração territorial da Amazônia Sul-Occidental. Sua relevância estratégica decorre do fato de que a rodovia constitui eixo fundamental de circulação de pessoas, bens, serviços e fluxos públicos em um espaço marcado por grande dispersão geográfica, densidade infraestrutural limitada e forte dependência de corredores terrestres para articulação regional. Em contextos dessa natureza, a infraestrutura rodoviária não desempenha função meramente acessória: ela organiza o próprio modo como o território se conecta, distribui oportunidades e produz acessibilidade. Esse dado é importante porque impede uma leitura simplificadora do

problema. A questão não está em negar a função pública da rodovia, mas em reconhecer que sua importância logística aumenta — e não diminui — a exigência de governança institucional qualificada.

A relevância estratégica do corredor, contudo, deve ser lida em tensão com sua inserção em paisagem ecologicamente sensível. O trecho atravessa contexto amazônico no qual floresta tropical, drenagem complexa, conectividade ecológica e usos territoriais em transformação coexistem de maneira densa e, por vezes, conflitiva. Nessa condição, a rodovia não incide sobre espaço neutro, mas sobre um sistema territorial que já opera sob pressões cumulativas. A literatura recente tem demonstrado que a Amazônia enfrenta processos combinados de aquecimento, secas, fogo, fragmentação e mudança do uso da terra, com efeitos relevantes sobre a resiliência da floresta e sobre a estabilidade de seus sistemas ecológicos (BOULTON et al., 2022; FLORES et al., 2024). Em consequência, qualquer corredor rodoviário localizado nesse contexto deve ser compreendido como intervenção em sistema de alta sensibilidade, e não apenas como ativo de transporte convencional.

Essa condição territorial reforça a pertinência analítica do segmento Manoel Urbano–Feijó. Em primeiro lugar, porque ele permite observar a infraestrutura em interação com um ambiente cuja vulnerabilidade não é hipotética, mas estrutural. Em segundo lugar, porque sua função logística regional convive com riscos territoriais típicos da expansão rodoviária amazônica, como maior exposição a pressões de uso da terra, alteração de gradientes de acessibilidade, intensificação de externalidades cumulativas e possibilidade de descompasso entre entrega da obra e manutenção de compatibilidade territorial. Estudos sobre redes de transporte na Amazônia mostram que a proximidade de rodovias e a melhoria da

acessibilidade tendem a influenciar fortemente a dinâmica territorial, inclusive em padrões de desmatamento, ocupação e reorganização econômica, dependendo da qualidade da governança do entorno e do corredor (BARBER et al., 2014; VILELA et al., 2020). Isso torna o trecho especialmente adequado como caso para leitura institucional.

Outro fator relevante é a representatividade do corredor no interior do debate mais amplo sobre rodovias amazônicas. O segmento não é importante apenas por suas características locais, mas porque concentra, em escala delimitada, dilemas que atravessam grande parte da infraestrutura viária em florestas tropicais: necessidade de integração regional, pressões territoriais indiretas, fragilidade de coordenação multiescalar, tensão entre controle formal e desempenho real, dependência de manutenção adaptativa e dificuldade de financiar funções socioecológicas de longo prazo. Em termos metodológicos, isso significa que o caso possui valor heurístico elevado. Ele permite discutir problemas estruturais sem recair nem na abstração excessiva nem na singularização improdutiva. O corredor funciona, portanto, como “janela institucional” por meio da qual se torna possível observar o descompasso entre o paradigma convencional e as exigências reais de uma governança territorialmente responsiva.

A adequação do trecho como caso-piloto também decorre da possibilidade de conjugação entre criticidade territorial e governabilidade institucional relativa. Nem todo corredor sensível é bom laboratório institucional. Casos demasiadamente amplos, excessivamente heterogêneos ou politicamente dispersos podem dificultar aprendizado comparativo e comprometer a utilidade do piloto. O segmento Manoel Urbano–Feijó apresenta vantagem

analítica justamente por permitir delimitação espacial razoável, relevância pública evidente e plausibilidade de estruturação de arranjos de monitoramento, validação e coordenação mais densos do que aqueles usualmente adotados em larga escala. Isso o torna compatível com a lógica de experimentação supervisionada defendida no artigo: um caso suficientemente relevante para gerar aprendizado substantivo, mas ainda delimitado o bastante para permitir acompanhamento institucional mais intenso.

Há, por fim, uma razão de ordem estratégica para a escolha do corredor. Em debates sobre governança de infraestrutura, pilotos institucionais bem selecionados podem funcionar como mecanismos de redução de incerteza, construção de legitimidade e demonstração operacional de reformas mais amplas. Quando o problema é complexo e os custos de erro são altos, a prudência institucional recomenda trajetórias de aprendizagem incremental, nas quais novas arquiteturas sejam testadas em contextos de elevada utilidade pública, mas com escala ainda passível de supervisão reforçada. Essa lógica é compatível com a literatura contemporânea sobre experimentação regulatória e políticas orientadas ao futuro, segundo a qual a mudança institucional tende a ser mais robusta quando articulada a recortes concretos, monitoráveis e capazes de gerar evidência para revisão de regras e expansão prudente (OECD, 2025a; FESER et al., 2024). Sob esse prisma, o trecho Manoel Urbano–Feijó não é apenas um exemplo territorial relevante; ele é o espaço analítico em que o artigo busca demonstrar por que governar a rodovia amazônica exige mais do que licenciar, construir e manter. Exige instituir uma arquitetura capaz de aprender com o território, responder às suas mudanças e sustentar, no tempo, a compatibilidade entre mobilidade, floresta e interesse público.

5.2. Diagnóstico Institucional do Modelo Atualmente Incidente Sobre o Corredor

Lido à luz do quadro analítico desenvolvido nas seções anteriores, o modelo institucional atualmente incidente sobre o corredor Manoel Urbano–Feijó reproduz, em escala territorialmente concreta, os principais limites do paradigma rodoviário convencional na Amazônia. O primeiro deles é a persistência de uma racionalidade predominantemente procedimental, na qual a regularidade administrativa do ciclo de planejamento, licenciamento, contratação e execução tende a ocupar posição mais central do que a aferição contínua da qualidade territorial da infraestrutura. Em corredores florestais, essa assimetria é particularmente problemática, porque os efeitos mais relevantes da rodovia não se esgotam na autorização ou na entrega da obra, mas se distribuem ao longo do tempo, em interação com variáveis hidrológicas, ecológicas e socioinstitucionais cuja dinâmica não é plenamente capturada por mecanismos episódicos de controle. A literatura recente sobre ecologia de estradas e avaliação de impacto reforça, justamente, que a tradução de critérios ecológicos em dispositivos regulatórios robustos e continuados ainda permanece incompleta, o que amplia a distância entre conformidade documental e desempenho territorial efetivo (DVOŘÁKOVÁ et al., 2024; VILELA et al., 2020).

Esse predomínio procedimental adquire densidade adicional quando se considera a forma como o corredor se insere em um sistema amazônico já submetido a pressões compostas. A Amazônia contemporânea não constitui paisagem estável, mas sistema em transformação, tensionado por aquecimento, secas, fragmentação, fogo e reorganização do uso da terra (BOULTON et al., 2022; FLORES et al., 2024). Em tal cenário, uma governança centrada sobretudo na

verificação formal de etapas administrativas tende a operar com temporalidade inadequada em relação ao comportamento real do território. O problema institucional, portanto, não está apenas em eventual insuficiência do licenciamento ex ante, mas na ausência de uma camada mais densa de monitoramento, validação e correção adaptativa durante a operação do corredor. Em outros termos, o modelo vigente mostra-se mais apto a certificar regularidade de procedimentos do que a sustentar compatibilidade territorial continuada.

O segundo traço relevante do diagnóstico é a fragmentação da ação pública. A governança do corredor depende, simultaneamente, de capacidades ligadas a transporte, gestão ambiental, ordenamento territorial, controle institucional, produção de conhecimento técnico-científico e relação com atores do entorno. Contudo, tais capacidades tendem a operar sob lógicas setoriais parcialmente desconectadas, sem núcleo suficientemente robusto de coordenação substantiva. A literatura sobre governança policêntrica tem insistido, com razão, que a multiplicidade de atores e centros decisórios não produz, por si só, melhor governança. Quando faltam mecanismos claros de articulação, definição de papéis, circulação de informação e responsabilização por resultados, a policentricidade se converte em dispersão institucional, e não em capacidade coletiva de ação (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024). No corredor em análise, essa advertência é especialmente importante, porque a ausência de coordenação multiescalar reforça o risco de que planejamento, controle, manutenção e resposta territorial permaneçam administrativamente válidos, porém funcionalmente desintegrados.

Essa fragmentação compromete diretamente a qualidade da accountability. Em modelos setORIZADOS, cada instituição tende a responder apenas por parcela restrita de suas atribuições formais, enquanto os efeitos territoriais mais relevantes permanecem distribuídos entre diferentes esferas e, por isso, parcialmente diluídos. A consequência é que o corredor pode ser governado com base em sucessão de regularidades administrativas sem que exista, ao mesmo tempo, atribuição clara de responsabilidade por resultados como estabilidade funcional, manutenção de condições hidrológicas, prevenção de falhas erosivas recorrentes ou contenção de externalidades territorialmente sensíveis. Em problemas dessa natureza, a literatura recente enfatiza que a questão decisiva não é apenas “quem decide”, mas “quem responde, com base em quais evidências e segundo quais objetivos públicos” (BALDWIN, 2024; EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012). O diagnóstico do trecho sugere, precisamente, que essa camada de responsabilização substantiva permanece insuficientemente estruturada.

Um terceiro elemento do diagnóstico diz respeito à rigidez do modelo regulatório e contratual atualmente dominante. Em vez de operar com instrumentos capazes de incorporar aprendizagem incremental, o sistema tende a depender de comandos fixos, escopos previamente fechados e margens reduzidas para reconfiguração orientada por evidências. Essa característica se mostra particularmente inadequada em corredores amazônicos, nos quais parte dos problemas mais sensíveis emerge durante a operação prolongada da infraestrutura. Variações hidrológicas, falhas localizadas de drenagem, processos erosivos, inadequação de determinadas soluções técnicas e efeitos territoriais indiretos nem sempre podem ser antecipados com precisão suficiente no momento inicial. A literatura sobre governança adaptativa

demonstra, justamente, que sistemas socioecológicos complexos exigem instituições capazes de monitorar, revisar e corrigir, e não apenas de cumprir protocolos definidos ex ante (FOLKE et al., 2005; CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014). No corredor Manoel Urbano-Feijó, isso significa que o problema não é apenas eventual insuficiência técnica da solução, mas a baixa capacidade do modelo vigente para aprender institucionalmente com o comportamento efetivo do território.

A fragilidade contratual associada a esse padrão também merece destaque. Quando a contratação permanece rigidamente centrada em escopo e medição física, tende a faltar espaço institucional para alinhar incentivo econômico e desempenho territorial. Em tese, isso pode assegurar previsibilidade formal; na prática, porém, limita a possibilidade de reorientar a execução diante de evidências novas e de vincular parte da lógica contratual a resultados territorialmente relevantes. Em infraestrutura amazônica, tal limitação é particularmente sensível, porque parte substantiva dos riscos e custos emerge na operação e na manutenção, e não apenas na construção. A contratação tradicional, ao privilegiar a entrega física do objeto, pode produzir situação em que a obra está formalmente concluída, mas a governança do corredor permanece institucionalmente mal equipada para responder às exigências de adaptação e monitoramento contínuo. Essa tensão entre rigidez contratual e complexidade territorial é um dos pontos que justificam, no presente artigo, a defesa de um sandbox regulatório articulado à contratação orientada a desempenho.

O quarto componente do diagnóstico institucional refere-se ao descompasso entre investimento inicial e sustentação de ciclo de vida. A literatura sobre infraestrutura resiliente ao clima tem sido

enfática ao demonstrar que a governança de ativos expostos a riscos ambientais depende de integração entre planejamento, operação, manutenção e adaptação continuada, e não apenas de financiamento concentrado na fase construtiva (OECD, 2024a; OECD, 2024b). No corredor Manoel Urbano–Feijó, esse problema assume importância estratégica. A funcionalidade territorial da rodovia depende de despesas recorrentes associadas à manutenção adaptativa, ao monitoramento de trechos sensíveis, à correção de falhas e à resposta a variações ambientais que se manifestam ao longo do tempo. Quando tais funções permanecem subordinadas a lógicas financeiras descontínuas, o sistema tende a reproduzir a mesma assimetria já diagnosticada em escala mais geral: visibilidade política da obra, baixa densidade institucional da fase em que os efeitos mais relevantes efetivamente se acumulam.

Esse ponto é agravado pelo fato de que a Amazônia Sul-Occidental não está imune às transformações climáticas e ecológicas mais amplas identificadas para o conjunto do bioma. FLORES et al. (2024) e BOULTON et al. (2022) indicam, em escalas distintas, que a perda de resiliência florestal e a intensificação de perturbações compostas afetam a estabilidade do sistema amazônico de maneira cada vez mais expressiva. Em consequência, a governança financeira de um corredor como a BR-364/AC não pode assumir, sem custo institucional elevado, que a fase operacional constitui simples prolongamento estável da fase de implantação. Ao contrário, quanto maior a instabilidade do ambiente territorial, maior a necessidade de mecanismos permanentes de sustentação e ajuste. O diagnóstico do trecho, portanto, reforça a ideia de que o modelo vigente permanece inadequado porque financia de modo mais consistente a materialidade da obra do que a governança de sua compatibilidade territorial.

Há, ainda, uma dimensão transversal que merece registro: a dificuldade de transformar informação territorial em decisão pública coordenada. Mesmo quando dados sobre vulnerabilidades, efeitos recorrentes ou pressões territoriais estão disponíveis, o modelo convencional nem sempre dispõe de canais institucionais suficientemente robustos para convertê-los em revisão regulatória, ajuste contratual ou reordenação financeira. Em vez de funcionar como sistema de aprendizagem, a governança tende a operar como sequência de respostas parciais e setoriais, frequentemente reativas. Esse traço aproxima o diagnóstico do corredor das críticas desenvolvidas nas seções anteriores: o problema não é apenas ausência de instrumentos, mas inadequação da forma como eles se conectam — ou deixam de se conectar — em torno de objetivos públicos verificáveis.

Tomados em conjunto, esses elementos sugerem que o corredor Manoel Urbano–Feijó reúne, em escala analiticamente inteligível, os principais déficits institucionais do modelo rodoviário convencional na Amazônia: procedimentalismo, fragmentação, baixa adaptabilidade, rigidez contratual e desalinhamento financeiro. É justamente essa concentração de fragilidades — combinada à relevância logística do trecho e à possibilidade de observação institucional mais densa — que o torna adequado como caso-piloto. O objetivo do artigo, a partir daqui, não é reiterar o diagnóstico em abstrato, mas demonstrar como a arquitetura institucional proposta poderia incidir sobre esse corredor de forma integrada, reorganizando coordenação, regulação, contrato e financiamento em torno da performance territorial verificável.

5.3. Aplicação Conceitual da Arquitetura Institucional Ao Corredor

A aplicação conceitual da arquitetura proposta ao trecho Manoel Urbano–Feijó parte de uma premissa simples, porém decisiva: os déficits institucionais identificados no subitem anterior não serão superados por mera intensificação de controles formais ou por acréscimo pontual de condicionantes. O que se exige é uma reconfiguração do modo pelo qual o corredor é governado. Em vez de permanecer submetida a uma lógica fragmentada, reativa e predominantemente procedimental, a infraestrutura passaria a ser tratada como sistema territorial de desempenho contínuo, cuja operação deve ser monitorada, revisada e financiada à luz de objetivos públicos verificáveis. A arquitetura formulada na Seção 4 oferece, precisamente, um enquadramento para essa transição, ao integrar coordenação policêntrica, experimentação regulatória, contratação orientada a desempenho e financiamento de ciclo de vida em torno de uma mesma lógica institucional (OSTROM, 2010; FOLKE et al., 2005; OECD, 2024a; OECD, 2025a).

O primeiro movimento dessa aplicação consiste na constituição de um núcleo de governança policêntrica para o corredor, dotado de competência expressa para coordenação estratégica, consolidação de informação, validação de métricas e deliberação sobre ajustes institucionais. Em termos operacionais, isso significa instituir um comitê gestor multissetorial apoiado por câmaras técnicas especializadas, nos moldes delineados no item 4.1. Sua função não seria substituir o ente responsável pela rodovia nem esvaziar a atuação de órgãos setoriais, mas criar a camada de integração que o modelo convencional não oferece. Ao articular Estado, instâncias técnicas, órgãos de controle e atores territorialmente situados, esse arranjo reduziria a distância entre informação produzida em campo e decisão pública, permitindo que a governança do trecho deixasse de ser mera soma de competências formais e passasse a operar

como sistema coordenado de responsabilização por resultados (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024; EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012).

O segundo movimento é a criação de um ambiente regulatório experimental delimitado, estruturado para enfrentar problemas concretos do corredor por meio de aprendizagem supervisionada. O ponto aqui não é converter o trecho inteiro em zona permanente de excepcionalidade, mas selecionar objetos institucionais e operacionais suscetíveis de teste controlado. Entre esses objetos poderiam estar, por exemplo, soluções de drenagem em segmentos hidrossensíveis, rotinas de manutenção adaptativa em áreas de maior recorrência de falhas, parâmetros de resposta contratual a eventos críticos ou modelos de pagamento parcialmente vinculados a indicadores de desempenho territorial. A literatura sobre sandbox regulatório é clara ao indicar que ambientes experimentais são mais legítimos e mais úteis quando operam com delimitação material precisa, critérios de supervisão, regras de saída e forte extração de lições regulatórias ao término do ciclo de teste (OECD, 2025a; FESER et al., 2024; RAZ; LIFSHITZ-MILWIDSKY; INBAR, 2025). Aplicado ao corredor, isso significaria substituir a improvisação administrativa por experimentação institucional com método, controle e rastreabilidade.

O terceiro movimento consiste em reconfigurar a racionalidade contratual. Em lugar de contratos rigidamente centrados em escopo físico previamente fechado, a proposta orienta a contratação para resultados territorialmente verificáveis. O problema público é formulado com clareza; os meios técnicos permanecem, em alguma medida, abertos à inovação supervisionada; e a avaliação do contratado deixa de se limitar à entrega material do objeto,

passando a incorporar métricas relacionadas ao comportamento funcional do corredor. Em termos práticos, isso significa que parcelas da execução, da manutenção e até da remuneração podem ser condicionadas à demonstração de parâmetros previamente pactuados, observados em janela temporal compatível com a natureza do problema. Essa inflexão aproxima a economia do contrato da realidade do território: não basta comprovar que determinada solução foi instalada; é necessário demonstrar que ela produz resultado compatível com a estabilidade e a funcionalidade do corredor. A contratação pública orientada à inovação e ao desempenho oferece base importante para essa reconfiguração, especialmente em contextos nos quais o problema é conhecido, mas a melhor resposta institucional ainda depende de teste e validação (OECD, 2024c; OECD, 2025a).

O quarto movimento é a internalização da temporalidade real do corredor por meio de uma arquitetura financeira de ciclo de vida. Em vez de concentrar esforço institucional apenas na execução inicial, a proposta exige mecanismo capaz de sustentar monitoramento independente, manutenção adaptativa, resposta corretiva e eventual remuneração por resultados ao longo do tempo. Isso é particularmente relevante no trecho Manoel Urbano–Feijó porque, como já assinalado, parte substantiva dos efeitos críticos da infraestrutura não se manifesta no momento da entrega da obra, mas durante sua operação continuada, em interação com variabilidade hidrológica, mudanças de uso da terra e instabilidade ecológica mais ampla (FLORES et al., 2024; BOULTON et al., 2022; OECD, 2024a; OECD, 2024b). A aplicação conceitual do modelo ao corredor, portanto, não se esgota em redefinir governança e contrato; ela requer também condições materiais de sustentação da aprendizagem institucional e da correção de trajetória. Sem essa

camada financeira, o piloto tenderia a reproduzir o padrão convencional: muita densidade decisória no início e fragilidade progressiva na fase operacional.

Esses quatro movimentos, entretanto, só produzem coerência sistêmica se forem compreendidos como partes de um mesmo ciclo adaptativo de governança. O comitê gestor policêntrico coordena e delibera; o ambiente experimental permite testar soluções e revisar parâmetros; o contrato orientado a desempenho alinha incentivos e resultados; e a arquitetura financeira assegura continuidade ao sistema. O monitoramento independente ocupa posição transversal, porque transforma dados territoriais em informação institucionalmente utilizável. Em vez de perguntar apenas se o procedimento foi corretamente seguido, o corredor passa a ser governado por uma pergunta mais exigente: se a infraestrutura permanece operando em compatibilidade com os objetivos territoriais definidos para ela. A informação produzida em cada ciclo deixa de ter função meramente declaratória e passa a alimentar deliberação, ajuste contratual, revisão regulatória e eventual reordenação dos fluxos financeiros. É esse encadeamento que distingue o modelo proposto de um simples acréscimo de ferramentas ao paradigma vigente.

A aplicação conceitual ao trecho também permite explicitar por que ele deve ser tratado como piloto institucional de aprendizagem incremental. O objetivo não é provar, de forma totalizante, que a nova arquitetura resolve todos os problemas do corredor, nem substituir a complexidade territorial por promessa tecnocrática de controle integral. O propósito é mais rigoroso: construir um ambiente em que hipóteses institucionais possam ser testadas em escala territorialmente significativa, sob alta supervisão e com

possibilidade real de revisão. Em contextos amazônicos, essa prudência é indispensável. Os custos de erro podem ser elevados, e a própria literatura sobre governança de grandes infraestruturas em regiões tropicais recomenda trajetórias mais seletivas, comparativas e institucionalmente densas, em vez de reformas expansivas sem base suficiente de aprendizagem (BEBBINGTON et al., 2020; OECD, 2025a). O piloto, nesse sentido, não é etapa menor do modelo; é condição de sua legitimidade e de sua escalabilidade futura.

Outro aspecto importante da aplicação conceitual é que ela permite reorganizar a relação entre escala local e escala sistêmica. O corredor não é tratado como realidade isolada, mas como recorte em que princípios mais amplos de governança podem ser observados, testados e calibrados. Isso significa que o piloto não vale apenas por si mesmo. Seu valor está também em produzir linguagem institucional, rotinas de coordenação e evidências metodologicamente úteis para discussão de outros corredores amazônicos. Ao mesmo tempo, essa função de laboratório não pode anular a especificidade territorial do trecho. A aplicação proposta parte justamente da ideia de que princípios replicáveis só geram ganhos públicos quando traduzidos a contextos biofísicos, políticos e administrativos concretos. Em termos teóricos, esse é o ponto em que policentricidade, adaptação, experimentação e financiamento convergem para uma mesma lógica de governança territorialmente responsiva.

A consequência é que a BR-364/AC, no trecho Manoel Urbano–Feijó, deixa de aparecer apenas como objeto de intervenção viária e passa a ser lida como unidade institucional de teste e aprendizagem. Isso representa mudança importante de perspectiva. O corredor não é mais visto apenas como eixo a ser autorizado, executado e mantido,

mas como sistema cuja governança precisa ser continuamente produzida e verificada. A aplicação conceitual aqui desenvolvida, portanto, não pretende encerrar o debate sobre o trecho, mas demonstrar que é possível reorganizar sua administração em torno de critérios mais consistentes com a complexidade territorial amazônica. É esse resultado que abre caminho para o último subitem da seção, dedicado à replicabilidade e à escalabilidade adaptativa do modelo proposto.

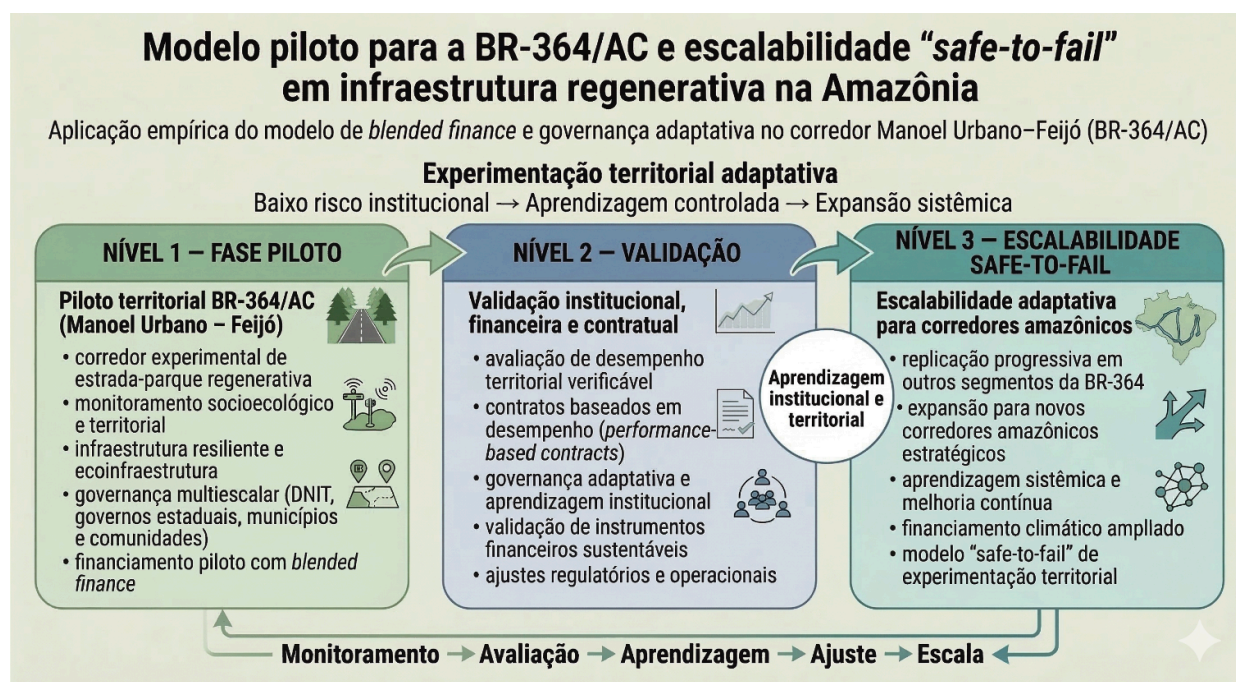


Figura 6. Modelo piloto de governança adaptativa aplicado ao corredor BR-364/AC (trecho Manoel Urbano–Feijó) e sua escalabilidade institucional para rodovias amazônicas.

Fonte: Elaboração própria (2026).

5.4. Replicabilidade Institucional e Escalabilidade Adaptativa para Rodovias Amazônicas

A análise do corredor Manoel Urbano–Feijó permite extrair implicações que ultrapassam o caso específico e alcançam o debate mais amplo sobre governança de infraestrutura rodoviária na Amazônia. A aplicação conceitual da arquitetura institucional proposta não tem como objetivo produzir solução singular e

territorialmente confinada, mas demonstrar a viabilidade de um modelo institucional replicável sob condições de adaptação contextual. Em outras palavras, o valor analítico do piloto reside menos na singularidade do trecho e mais na possibilidade de transformar as lições derivadas de sua aplicação em princípios operacionais capazes de orientar a governança de outros corredores amazônicos. A literatura sobre governança adaptativa e experimentação institucional tem insistido que reformas institucionais robustas raramente emergem de projetos generalizantes abstratos; ao contrário, tendem a resultar de ciclos de aprendizagem territorialmente ancorados, nos quais pilotos supervisionados produzem evidência para revisão normativa, refinamento de instrumentos e eventual expansão prudente do modelo (FOLKE et al., 2005; CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014).

Nesse sentido, a replicabilidade institucional defendida neste artigo não deve ser confundida com difusão automática de um arranjo fixo. O que se propõe é a disseminação de princípios estruturantes, capazes de orientar a reorganização da governança rodoviária em contextos amazônicos diversos, respeitando suas especificidades territoriais. Esses princípios incluem: (i) coordenação policêntrica com definição clara de responsabilidades e mecanismos de integração decisória; (ii) utilização de instrumentos regulatórios experimentais para enfrentar incerteza institucional e tecnológica; (iii) adoção de contratos orientados a desempenho territorial verificável; e (iv) estruturação de mecanismos financeiros compatíveis com o ciclo de vida da infraestrutura. A replicabilidade, portanto, não se refere à reprodução literal de um arranjo institucional, mas à aplicação adaptativa de um marco de governança capaz de aprender com o território. Esse enfoque encontra respaldo em estudos recentes que destacam a

importância de políticas públicas flexíveis e contextualmente informadas para lidar com sistemas socioecológicos complexos (OSTROM, 2010; BALDWIN, 2024).

A escalabilidade do modelo depende, entretanto, de condições institucionais específicas. Em primeiro lugar, é necessário que os pilotos produzam evidência robusta e rastreável, permitindo avaliar a eficácia dos instrumentos empregados. A expansão de uma arquitetura institucional para outros corredores amazônicos deve ser precedida de avaliação comparativa rigorosa, capaz de identificar quais componentes do modelo geram ganhos efetivos de governança e quais dependem de adaptações adicionais. Essa exigência decorre da própria natureza dos sistemas amazônicos, cuja heterogeneidade ecológica, social e administrativa torna improvável que soluções padronizadas produzam resultados uniformes. Em segundo lugar, a escalabilidade requer capacidade institucional de coordenação multiescalar, pois a replicação do modelo em corredores distintos implica interação entre diferentes níveis de governo, órgãos setoriais, instituições de controle e atores territoriais. Sem essa capacidade, o risco é que a expansão do modelo reproduza os mesmos problemas de fragmentação institucional diagnosticados no paradigma convencional.

Outro fator decisivo para a escalabilidade institucional é a construção de infraestrutura cognitiva e metodológica compartilhada. Pilotos institucionais produzem valor público apenas quando seus resultados são sistematicamente documentados, avaliados e difundidos. Isso exige mecanismos de monitoramento independente, produção regular de relatórios técnicos, integração de conhecimento científico e transparência institucional suficiente para permitir escrutínio público qualificado. A literatura recente

sobre governança de infraestrutura resiliente ao clima destaca que sistemas de aprendizagem institucional dependem não apenas de bons instrumentos regulatórios, mas também de capacidade contínua de geração e circulação de conhecimento aplicado (OECD, 2024a; OECD, 2024b). No contexto amazônico, isso significa que cada piloto institucional deve ser tratado como laboratório público de governança, cujas lições contribuam para o aperfeiçoamento progressivo da política de infraestrutura regional.

A replicabilidade do modelo também possui implicações relevantes para a economia política da infraestrutura. Ao deslocar o eixo da governança da obra para o desempenho territorial, a arquitetura proposta redefine os incentivos institucionais que orientam a ação pública e privada. Em vez de concentrar reconhecimento político e financeiro apenas na fase de construção, o modelo passa a valorizar resultados obtidos ao longo da operação do corredor, incluindo estabilidade funcional, manutenção adaptativa e compatibilidade socioecológica da infraestrutura. Essa mudança de incentivos pode contribuir para alinhar interesses institucionais com objetivos de longo prazo, reduzindo a tendência histórica de privilegiar investimentos visíveis no curto prazo em detrimento da sustentabilidade operacional do ativo. A literatura sobre políticas públicas e governança de infraestrutura indica que mudanças dessa natureza tendem a ocorrer de forma incremental, à medida que novos arranjos demonstram capacidade de produzir resultados verificáveis e de gerar confiança entre atores institucionais (EMERSON; NABATCHI; BALOGH, 2012; BALDWIN, 2024).

No caso amazônico, a escalabilidade adaptativa do modelo também apresenta potencial para reorientar o debate sobre desenvolvimento regional. Rodovias têm desempenhado papel central na integração

territorial da Amazônia, mas sua governança frequentemente permaneceu desconectada das condições ecológicas e sociais que caracterizam o bioma. Ao introduzir uma arquitetura institucional orientada à performance territorial verificável, o modelo proposto oferece possibilidade de reconectar mobilidade, governança ambiental e planejamento territorial em uma mesma estrutura decisória. Isso não elimina os conflitos inerentes ao desenvolvimento amazônico, mas cria condições institucionais mais adequadas para enfrentá-los de maneira informada e adaptativa.

A escalabilidade adaptativa deve, contudo, ser conduzida com prudência institucional. A expansão de modelos inovadores sem base suficiente de aprendizagem empírica pode produzir efeitos contraproducentes e comprometer a legitimidade de reformas necessárias. Por essa razão, a experiência do corredor Manoel Urbano–Feijó deve ser compreendida como etapa inicial de um processo mais amplo de transformação da governança rodoviária amazônica. Se bem-sucedido, o piloto poderá demonstrar que a articulação entre governança policêntrica, experimentação regulatória, contratação orientada a desempenho e financiamento de ciclo de vida não apenas é conceitualmente consistente, mas também institucionalmente viável. Nesse cenário, a replicação adaptativa do modelo para outros corredores poderá representar passo significativo na construção de uma infraestrutura amazônica mais compatível com os desafios territoriais do século XXI.

Ao final, a principal contribuição da aplicação ao corredor BR-364/AC reside justamente na demonstração de que a transição para uma infraestrutura territorialmente responsável não depende apenas de avanços técnicos ou de maior rigor regulatório isolado. Ela requer uma reorganização institucional abrangente, capaz de transformar a

forma como o Estado concebe, financia, regula e monitora seus ativos de infraestrutura em contextos socioecológicos complexos. A escalabilidade do modelo proposto, portanto, não é apenas questão de replicação administrativa, mas de evolução institucional. É nessa direção que a experiência do corredor Manoel Urbano–Feijó pode contribuir para reconfigurar o debate sobre governança rodoviária na Amazônia, aproximando mobilidade, sustentabilidade e responsabilidade pública em um mesmo horizonte analítico e institucional.

6. DISCUSSÃO

A arquitetura institucional proposta neste artigo parte do reconhecimento de que a crise das rodovias amazônicas não pode ser adequadamente explicada nem enfrentada apenas como insuficiência de engenharia, de licenciamento ou de financiamento isoladamente considerados. O argumento desenvolvido conduz a uma conclusão mais exigente: o problema é de inadequação sistêmica da governança, isto é, de desalinhamento entre a complexidade territorial do corredor amazônico e a forma como o Estado o licencia, contrata, monitora, financia e corrige ao longo do tempo. Nessa perspectiva, a principal contribuição do modelo não está em oferecer um novo instrumento setorial, mas em propor uma reordenação da racionalidade institucional da infraestrutura. O eixo se desloca da conformidade procedimental para a performance territorial verificável; da separação entre obra, contrato e território para a integração entre governança, aprendizagem regulatória e financiamento de ciclo de vida; e da lógica de resposta tardia para uma lógica de monitoramento, revisão e correção incremental. Essa inflexão é coerente com a literatura que insiste na necessidade de arranjos policêntricos, adaptativos e orientados à aprendizagem para

governar problemas socioecológicos complexos (OSTROM, 2010; FOLKE et al., 2005; CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014; BALDWIN, 2024).

Um primeiro ponto a ser destacado diz respeito ao alcance conceitual da proposta. O modelo formulado ao longo do artigo procura superar duas insuficiências recorrentes da literatura sobre infraestrutura sustentável. A primeira é o tecnicismo mitigatório, pelo qual a sustentabilidade é tratada como camada corretiva agregada ao projeto físico, sem alterar substantivamente o arranjo decisório que organiza a infraestrutura. A segunda é a abstração institucional excessiva, pela qual conceitos como policentricidade, governança adaptativa ou inovação regulatória são mobilizados em alto nível de generalidade, sem tradução operacional para corredores territorialmente específicos. A proposta deste artigo situa-se entre esses extremos. De um lado, reconhece que a sustentabilidade rodoviária amazônica requer transformação institucional, e não simples incremento de condicionantes. De outro, busca conferir concretude a essa transformação por meio da articulação entre comitê gestor multissetorial, sandbox regulatório, contratação orientada a desempenho e arquitetura financeira de ciclo de vida. Seu mérito teórico está justamente em mostrar que sustentabilidade territorial não é atributo marginal da infraestrutura, mas princípio de organização de sua governança.

Essa formulação, contudo, impõe um teste crítico inevitável: até que ponto o modelo é replicável? A resposta exige cautela. O artigo sustenta que a proposta é replicável em nível de princípios, mas não em termos de reprodução mecânica de desenho institucional. A policentricidade exigirá densidade estatal distinta em diferentes contextos; o sandbox dependerá da maturidade regulatória do ente

responsável, da segurança jurídica disponível e da capacidade de supervisão; a contratação por desempenho exigirá qualidade técnica na formulação de métricas e no monitoramento; e a arquitetura financeira dependerá de diferentes combinações entre orçamento público, instrumentos concessionais, fundos climáticos e mecanismos de remuneração por resultados. Em outras palavras, o que é escalável não é a forma fixa do arranjo, mas a lógica que o informa: governança integrada, aprendizagem supervisionada, alinhamento contratual a resultados e internalização financeira do ciclo de vida. Essa conclusão está em sintonia com a literatura recente sobre experimentação regulatória e governança territorial, segundo a qual a difusão de modelos complexos depende de tradução contextual e não de simples transposição institucional (OECD, 2025a; FESER et al., 2024).

A replicabilidade da proposta também deve ser examinada à luz da heterogeneidade amazônica. A Amazônia não constitui unidade institucional homogênea. Corredores distintos operam sob combinações próprias de pressão fundiária, densidade da rede hidrográfica, fragilidade ambiental, capacidade administrativa, presença de povos e comunidades tradicionais, pressão econômica e risco climático. Isso significa que a expansão do modelo para outros trechos ou rodovias deve ser seletiva e gradual. Uma governança territorialmente responsável não pode ser universalista a ponto de ignorar o contexto nem localista a ponto de impedir aprendizagem comparativa. O desafio está em construir mecanismos de escalabilidade adaptativa: cada novo corredor deve ser capaz de absorver o núcleo da proposta sem perder aderência às suas condições específicas. A prudência institucional, aqui, é virtude metodológica e política. Em ambientes de alta sensibilidade socioecológica, a expansão sem base suficiente de aprendizagem

pode reproduzir exatamente o defeito que o artigo procura superar: a crença de que a complexidade territorial pode ser dominada por soluções padronizadas e administrativamente exportáveis.

Um segundo eixo crítico da discussão refere-se à capacidade institucional do Estado. O artigo deliberadamente recoloca o Estado no centro da governança. Essa escolha é teórica e normativa. Teórica, porque a literatura recente sobre policentricidade criticamente qualificada tem mostrado que múltiplos centros decisórios só produzem ganhos públicos quando há capacidade estatal de coordenação, estabilização normativa e processamento das assimetrias de poder (BALDWIN, 2024; KELLNER; PETROVICS; HUITEMA, 2024). Normativa, porque a tutela do interesse público, a preservação de funções territoriais sensíveis e a definição dos objetivos coletivos da infraestrutura não podem ser terceirizadas à lógica contratual ou financeira. Isso, porém, não elimina um problema central: a proposta depende de um Estado capaz de coordenar, supervisionar, aprender e sustentar financeiramente o sistema. Em contextos de baixa capacidade estatal, risco de descontinuidade administrativa, fragilidade técnica ou elevada rotatividade institucional, o arranjo pode se degradar em formalismo sofisticado, isto é, em novas camadas procedimentais sem correspondente capacidade de implementação.

Essa objeção é séria e não deve ser minimizada. A resposta possível não está em negar o problema, mas em reconhecer que a proposta exige capacitação institucional incremental e desenho compatível com a realidade administrativa. Isso significa, por exemplo, que a implementação pode demandar fases sucessivas: constituição inicial do núcleo gestor, consolidação de rotinas mínimas de interoperabilidade informacional, definição progressiva de métricas

auditáveis e only then ampliação de instrumentos mais sofisticados de remuneração por resultados ou de captação financeira híbrida. Em outras palavras, o modelo não pressupõe capacidade estatal perfeita; pressupõe trajetória de fortalecimento institucional. A diferença é importante. Em vez de imaginar que a inovação institucional emerge pronta, o artigo sugere que ela pode ser construída progressivamente, desde que os pilotos sejam bem desenhados, os problemas públicos sejam claramente delimitados e os instrumentos estejam subordinados a objetivos verificáveis. Essa é uma das razões pelas quais a lógica do caso-piloto é central: ela permite calibrar ambição e capacidade.

Um terceiro ponto de discussão é o risco de captura regulatória e contratual. Toda arquitetura institucional que amplia complexidade, incorpora atores múltiplos, cria ambientes experimentais e mobiliza instrumentos financeiros sofisticados expõe-se ao risco de captura. Esse risco pode assumir formas diferentes. Pode aparecer como captura técnica, quando a definição das métricas fica excessivamente concentrada em poucos atores especializados; como captura contratual, quando a lógica de desempenho é moldada segundo interesses do operador e não segundo interesse público; como captura financeira, quando a bancabilidade do arranjo passa a prevalecer sobre a racionalidade territorial; ou, ainda, como captura deliberativa, quando a policentricidade formal mascara assimetrias reais de poder e exclui vozes territorialmente relevantes. A literatura recente sobre sandbox regulation adverte, com razão, que ambientes experimentais não são neutros: eles podem tanto ampliar inteligência regulatória quanto criar espaços opacos de excepcionalidade institucional, se não forem acompanhados de critérios transparentes, supervisão forte e documentação rigorosa das decisões (RAZ; LIFSHITZ-MILWIDSKY; INBAR, 2025; OECD, 2025a).

Em contextos amazônicos, a prevenção da captura institucional exige atenção especial às assimetrias de poder entre operadores econômicos de grande capacidade técnica e financeira e atores locais com menor densidade institucional. Por essa razão, o núcleo de controle e accountability proposto não pode limitar-se à fiscalização retrospectiva. Ele deve incluir validação técnica independente, transparência procedimental reforçada, publicidade dos indicadores de desempenho, regras claras de participação e mecanismos de contestação institucional aptos a impedir que o controle do fluxo informacional seja monopolizado pelos agentes executores. Em arranjos policêntricos, a proteção contra captura depende menos da multiplicidade formal de atores e mais da capacidade de estruturar contrapesos efetivos entre expertise, supervisão e representação territorial.

A proposta do artigo procura responder a esse risco de três maneiras. A primeira é pela centralidade da supervisão pública e da autoridade estatal na arquitetura do sistema. O sandbox não é concebido como zona de desregulação, mas como mecanismo de aprendizagem sob controle. A segunda é pela exigência de monitoramento independente e validação técnica plural, de modo que a produção de conhecimento não fique monopolizada por quem executa ou financia. A terceira é pela insistência em métricas auditáveis e circulação qualificada da informação, sem as quais a linguagem da performance pode ser apropriada retoricamente sem produzir responsabilização efetiva. Ainda assim, convém reconhecer que nenhuma salvaguarda institucional elimina por completo a possibilidade de captura. O melhor que a arquitetura proposta pode oferecer é redução de sua probabilidade e aumento da capacidade de detectá-la. Em termos acadêmicos, isso sugere agenda importante para pesquisas futuras: investigar empiricamente quais

combinações entre policentricidade, auditoria técnica, controle institucional e desenho contratual reduzem mais eficazmente o risco de captura em infraestruturas territorialmente sensíveis.

Daí decorre um quarto eixo da discussão: a centralidade das métricas auditáveis. O artigo reiteradamente sustenta que a transição da conformidade formal para a performance territorial exige critérios verificáveis de avaliação. Esse ponto é decisivo, mas também delicado. Há risco de duas distorções simétricas. A primeira é o reducionismo métrico: transformar a complexidade territorial em conjunto estreito de indicadores, perdendo dimensões qualitativas relevantes da governança. A segunda é o oposto: manter a ideia de desempenho em nível tão amplo e normativo que ela se torne imune à verificação empírica. O desafio está em construir um regime de avaliação suficientemente rigoroso para orientar contrato, monitoramento e financiamento, mas suficientemente sensível para captar a natureza dinâmica e multiescalar do corredor amazônico. Essa discussão aproxima-se da literatura mais recente sobre governança por resultados e avaliação de infraestrutura resiliente, que insiste na necessidade de equilibrar mensuração, contextualização e capacidade de revisão dos próprios indicadores (OECD, 2024a; OECD, 2024b).

Em termos práticos, isso implica reconhecer que o sistema de métricas da proposta não deve ser nem puramente físico nem puramente ecológico, nem tampouco restrito a variáveis financeiras ou administrativas. A performance territorial requer indicadores compostos, capazes de aproximar funcionalidade operacional, estabilidade hidrológica, manutenção de condições territoriais mínimas, qualidade do monitoramento e efetividade dos mecanismos de correção de trajetória. O importante, porém, é que

tais métricas não sejam tratadas como dado neutro. Elas são parte da disputa institucional sobre o que conta como bom desempenho. Por isso, sua definição precisa ser tecnicamente validada, deliberativamente legitimada e periodicamente revisável. A governança do indicador passa, assim, a ser parte da governança da infraestrutura. Essa é uma das contribuições conceituais mais relevantes do artigo: ao propor que a sustentabilidade rodoviária seja organizada em torno de desempenho territorial verificável, ele desloca a atenção não apenas para “qual métrica usar”, mas para “quem a define, quem a monitora, quem responde por ela e como ela se conecta a contrato e financiamento”.

Um quinto aspecto merece exame mais aprofundado: as implicações para políticas públicas. A proposta formulada neste artigo sugere que políticas de infraestrutura na Amazônia não podem continuar organizadas apenas em torno de autorização de obras, execução orçamentária e correção mitigatória posterior. Se o argumento do artigo estiver correto, o centro da política pública deve deslocar-se para a construção de corredores governados como sistemas territoriais. Isso implica rever pelo menos quatro planos da ação estatal. No plano do planejamento, significa que a viabilidade de um corredor não pode ser definida apenas por engenharia e demanda logística, mas também pela governabilidade do território atravessado. No plano regulatório, significa que o licenciamento precisa ser articulado a monitoramento contínuo, cláusulas de revisão e instrumentos de aprendizagem. No plano contratual, significa que os contratos devem evoluir de escopos rigidamente fechados para arranjos mais sensíveis a desempenho e adaptação supervisionada. No plano financeiro, significa que o ciclo de vida socioecológico da infraestrutura precisa ser internalizado no desenho dos fluxos de recursos.

Essas implicações possuem relevância que ultrapassa o corredor analisado. Elas sugerem mudança mais ampla na política de infraestrutura amazônica, talvez mesmo na forma como o Estado brasileiro define o interesse público em territórios de floresta tropical. Durante muito tempo, a rodovia foi tratada principalmente como vetor de integração e desenvolvimento, enquanto os efeitos ecológicos e territoriais eram administrados como externalidades a mitigar. O modelo proposto inverte a hierarquia: a integração permanece relevante, mas sua legitimidade passa a depender da capacidade institucional de compatibilizá-la com a manutenção de funções territoriais e ecológicas mínimas. Não se trata, portanto, de abandonar a infraestrutura, mas de requalificar sua governança. Essa formulação é politicamente exigente, porque desloca o debate da pergunta “construir ou não construir?” para a pergunta mais difícil: “sob que arranjo institucional, com quais responsabilidades, sob quais métricas e com que sustentação financeira a infraestrutura pode ser legitimamente governada em território amazônico?”.

Isso conduz a uma última consideração crítica: o artigo não pretende oferecer solução totalizante nem encerrar o debate sobre infraestrutura amazônica. Ao contrário, sua principal contribuição talvez esteja em demonstrar que o problema não será resolvido por respostas unidimensionais. Não basta fortalecer licenciamento se o contrato continua cego ao desempenho. Não basta inovar contratualmente se o financiamento permanece concentrado na obra. Não basta sofisticar o financiamento se faltam coordenação pública e métricas auditáveis. E não basta multiplicar atores se a policentricidade não se converte em responsabilização substantiva. A discussão desenvolvida nesta seção reforça, assim, a tese central do artigo: a sustentabilidade rodoviária na Amazônia é problema de governança institucional integrada. Sua solução exige Estado capaz,

instrumentos experimentais bem calibrados, financiamento coerente com o tempo longo e capacidade de transformar informação territorial em decisão pública verificável.

É precisamente nesse ponto que a discussão conduz à conclusão do artigo. Depois de diagnosticar os limites do modelo convencional, reconstruir os fundamentos teóricos da proposta, apresentar a arquitetura institucional e territorializá-la no corredor da BR-364/AC, torna-se possível afirmar, com maior precisão, o argumento central: governar a fronteira amazônica não significa apenas autorizar, construir e mitigar, mas instituir uma forma de coordenação pública capaz de aprender, financiar, monitorar e corrigir continuamente a infraestrutura em função do território que ela transforma. A conclusão que se segue retoma essa tese à luz do percurso analítico desenvolvido.

7. CONCLUSÃO

Este artigo partiu de uma hipótese fundamental: a crise das rodovias amazônicas não decorre apenas de limitações de engenharia ou de insuficiências ambientais pontuais, mas de uma inadequação institucional mais profunda, expressa na fragmentação decisória, na centralidade da conformidade procedimental, na rigidez contratual, na baixa capacidade adaptativa e no descompasso entre financiamento da obra e sustentação territorial ao longo do tempo. A análise desenvolvida permitiu demonstrar que, em contextos de floresta tropical, a rodovia não pode ser tratada como simples ativo linear de mobilidade. Ela deve ser compreendida como infraestrutura de reorganização territorial, cujos efeitos se projetam sobre dinâmicas ecológicas, hidrológicas, econômicas e sociais de forma cumulativa, difusa e temporalmente prolongada. Nessa chave,

a sustentabilidade da infraestrutura deixa de ser atributo periférico e passa a constituir problema central de governança pública.

O argumento do artigo foi construído em quatro movimentos complementares. Primeiro, mostrou-se que o modelo convencional permanece excessivamente ancorado em uma racionalidade episódica de controle, mais apta a certificar regularidade administrativa do que a assegurar desempenho territorial continuado. Em seguida, demonstrou-se que a literatura sobre governança policêntrica, governança adaptativa, experimentação regulatória e financiamento resiliente oferece bases teóricas robustas para pensar uma alternativa institucional mais compatível com a complexidade amazônica. Em terceiro lugar, propôs-se uma arquitetura integrada, fundada em três pilares articulados: coordenação policêntrica com accountability multiescalar, sandbox regulatório associado à contratação orientada a desempenho e engenharia financeira de ciclo de vida. Por fim, essa arquitetura foi lida à luz do corredor da BR-364/AC, no trecho entre Manoel Urbano e Feijó, tratado como caso-piloto institucional apto à aprendizagem supervisionada e à escalabilidade adaptativa.

A principal conclusão do artigo é que a transição da conformidade formal para a performance territorial verificável constitui condição necessária para requalificar a governança da infraestrutura rodoviária na Amazônia. Essa transição não pode ser obtida por simples adição de condicionantes, por reforço isolado do licenciamento ou por sofisticar marginalmente instrumentos já existentes. O que se exige é uma mudança mais profunda na gramática institucional da infraestrutura. A governança precisa deixar de operar como sequência de etapas estanques — planejar, licenciar, contratar, executar, manter — e passar a funcionar como

sistema integrado de coordenação, monitoramento, revisão e financiamento, orientado à manutenção de compatibilidade dinâmica entre a rodovia e o território que ela atravessa. Em termos conceituais, essa é a contribuição central do artigo: deslocar o debate da obra para a governança do ciclo de vida territorial da infraestrutura.

Desse resultado decorre uma implicação teórica relevante. A literatura sobre infraestrutura sustentável frequentemente oscila entre, de um lado, abordagens excessivamente técnicas, que tratam o território como contexto externo à obra, e, de outro, formulações institucionais excessivamente abstratas, que não chegam a se converter em desenho operacional. O presente artigo buscou superar essa dissociação ao mostrar que governança, contrato e financiamento não são dimensões auxiliares da sustentabilidade rodoviária, mas seu próprio suporte institucional. A articulação entre policentricidade, adaptação, experimentação regulatória e financiamento de ciclo de vida permite, assim, reconectar debates que frequentemente aparecem dispersos na literatura. Nesse sentido, a contribuição acadêmica do texto não reside apenas na proposição de um modelo, mas na formulação de um enquadramento teórico capaz de aproximar governança territorial, infraestrutura resiliente e economia política da adaptação em uma mesma chave analítica.

No plano aplicado, a análise do corredor Manoel Urbano–Feijó sugere que pilotos institucionais territorialmente delimitados podem oferecer caminho mais promissor do que reformas generalizantes e abstratas. Em sistemas socioecológicos complexos, a prudência institucional não é sinal de timidez analítica, mas requisito de robustez pública. Casos-piloto bem desenhados

permitem testar hipóteses regulatórias, calibrar métricas, reorganizar incentivos contratuais, avaliar a suficiência de arranjos financeiros e produzir evidência para revisão normativa e expansão prudente. A escalabilidade defendida neste artigo, portanto, não é replicação mecânica de um arranjo fixo, mas difusão adaptativa de princípios institucionais capazes de orientar a governança de outros corredores amazônicos sem apagar suas especificidades territoriais.

Isso conduz a uma conclusão de maior densidade normativa e política. Governar a fronteira amazônica não pode significar apenas decidir sobre a abertura, pavimentação ou manutenção de uma rodovia. Significa, sobretudo, construir capacidade pública para acompanhar, no tempo, as transformações que a infraestrutura induz; definir com clareza quem responde por seus resultados; organizar mecanismos de monitoramento que transformem informação territorial em decisão; e assegurar base financeira compatível com a duração real de seus efeitos. A infraestrutura, nesse sentido, deixa de ser apenas objeto de investimento e passa a ser objeto de governança contínua. O verdadeiro problema não é simplesmente como construir melhor uma rodovia na Amazônia, mas como instituir um arranjo estatal capaz de aprender com o território, corrigir-se diante dele e financiar essa correção de forma estável e verificável.

Também é preciso reconhecer os limites do próprio estudo. A proposta formulada é conceitual e prospectiva; seu valor não está em oferecer demonstração empírica exaustiva de eficácia, mas em construir base analítica rigorosa para reorganizar o debate. A operacionalização concreta do modelo demandará, em pesquisas futuras, aprofundamento sobre desenho de métricas, estruturação jurídica dos ambientes regulatórios experimentais, modelagem de

risco e viabilidade institucional de mecanismos financeiros de ciclo de vida em contextos subnacionais específicos. Do mesmo modo, serão necessários estudos comparativos capazes de examinar em que medida diferentes combinações de capacidade estatal, coordenação multiescalar e instrumentos contratuais afetam a performance territorial de corredores amazônicos distintos. Longe de enfraquecer a proposta, esses limites indicam a abertura de uma agenda de pesquisa consistente e interdisciplinar.

O artigo permite, assim, afirmar uma tese conclusiva: a sustentabilidade rodoviária na Amazônia depende menos da intensificação isolada do controle sobre obras e mais da construção de uma arquitetura institucional capaz de integrar governança policêntrica, aprendizagem regulatória, contratação orientada a desempenho e financiamento de ciclo de vida em torno da performance territorial verificável. Essa tese recoloca o Estado, não como burocracia centralizadora fechada à complexidade, mas como organizador de uma governança pública capaz de coordenar múltiplas capacidades, processar incerteza e sustentar o tempo longo da infraestrutura.

Em última instância, o que este artigo propõe é uma mudança de horizonte. A rodovia amazônica não deve mais ser governada apenas como linha de circulação ou como empreendimento sujeito a mitigação posterior. Ela precisa ser tratada como sistema territorial cuja legitimidade depende da capacidade de manter compatibilidade entre mobilidade, floresta, clima e interesse público ao longo do tempo. Se essa inflexão for levada a sério, o debate sobre infraestrutura na Amazônia deixará de oscilar entre expansionismo logístico e contenção reativa, abrindo espaço para uma terceira via institucionalmente mais sofisticada: a de uma infraestrutura

governada como responsabilidade territorial contínua. É nessa direção que o artigo pretende contribuir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDWIN, Elizabeth. Empirical research on polycentric governance: critical insights and future directions. *Policy Studies Journal*, 2024. DOI: 10.1111/psj.12518.

BARBER, Christopher P. et al. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203-209, 2014. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.07.004.

BEBBINGTON, Anthony et al. Priorities for governing large-scale infrastructure in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 117, n. 36, p. 21829-21833, 2020. DOI: 10.1073/pnas.2015636117.

BOULTON, Chris A.; LENTON, Timothy M.; BOERS, Niklas. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nature Climate Change*, v. 12, p. 271-278, 2022. DOI: 10.1038/s41558-022-01287-8.

BUTT, Edward W. et al. Amazon deforestation causes strong regional warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 120, n. 45, e2309123120, 2023. DOI: 10.1073/pnas.2309123120.

CERQUEIRA, Rafaela Cobucci et al. Potential movement corridors and high road-kill likelihood do not spatially coincide for felids in

Brazil: implications for road mitigation. *Environmental Management*, v. 67, p. 412-423, 2021. DOI: 10.1007/s00267-020-01411-4.

CHAFFIN, Brian C.; GOSNELL, Hannah; COSENS, Barbara A. A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society*, v. 19, n. 3, art. 56, 2014. DOI: 10.5751/ES-06824-190356.

DVOŘÁKOVÁ, Petra et al. Inclusion of road ecology criteria within environmental impact assessment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 132, 104263, 2024. DOI: 10.1016/j.trd.2024.104263.

EMERSON, Kirk; NABATCHI, Tina; BALOGH, Stephen. An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, v. 22, n. 1, p. 1-29, 2012. DOI: 10.1093/jopart/mur011.

FESER, Daniel et al. Institutional rules for the up-take of regulatory experiments: a comparative case study. *Futures*, v. 156, 103318, 2024. DOI: 10.1016/j.futures.2024.103318.

FLORES, Bernardo M. et al. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, v. 626, p. 555-564, 2024. DOI: 10.1038/s41586-023-06970-0.

FOLKE, Carl et al. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 30, p. 441-473, 2005. DOI: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144511.

KELLNER, Elke; PETROVICS, Daniel; HUITEMA, Dave. Polycentric climate governance: the state, local action, democratic preferences,

and power—emerging insights and a research agenda. *Global Environmental Politics*, v. 24, n. 3, p. 24-47, 2024. DOI: 10.1162/glep_a_00753.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009. DOI: 10.1016/j.tree.2009.06.009.

NUNES, Felipe S. M. et al. Lessons from the historical dynamics of environmental law enforcement in the Brazilian Amazon. *Scientific Reports*, v. 14, art. 1728, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-52180-7.

OECD. *Infrastructure for a Climate-Resilient Future*. Paris: OECD Publishing, 2024a. DOI: 10.1787/a74a45b0-en.

OECD. *G20/OECD report on approaches for financing and investing in climate-resilient infrastructure*. Paris: OECD Publishing, 2024b. DOI: 10.1787/8f6d436a-en.

OECD. *Public procurement for public sector innovation: facilitating innovators' access to innovation procurement*. OECD Working Papers on Public Governance, n. 80. Paris: OECD Publishing, 2024c. DOI: 10.1787/9aad76b7-en.

OECD. *Regulatory sandbox toolkit: a comprehensive guide for regulators to establish and manage regulatory sandboxes effectively*. Paris: OECD Publishing, 2025a. DOI: 10.1787/de36fa62-en.

OECD. *OECD Regulatory Policy Outlook 2025*. Paris: OECD Publishing, 2025b. DOI: 10.1787/56b60e39-en.

OLIVEIRA, Gustavo Magalhães de; MIRANDA, Bruno Varella. Environmental enforcement, property rights, and violence: evidence from the Brazilian Amazon. *Journal of Institutional Economics*, v. 20, e27, 2024. DOI: 10.1017/S1744137424000122.

OMUKUTI, Jessica. The need for a climate-resilient development-aligned framing of innovative climate finance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 66, 101384, 2024. DOI: 10.1016/j.cosust.2023.101384.

OSTROM, Elinor. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, v. 20, n. 4, p. 550-557, 2010. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004.

RAZ, Aviad; LIFSHITZ-MILWIDSKY, Liat Bela; INBAR, Yael. “Sailing the ship while building it”: sandbox regulation and the political economy of Israeli healthcare AI innovation. *SSM - Qualitative Research in Health*, v. 8, 100642, 2025. DOI: 10.1016/j.ssmqr.2025.100642.

VILELA, Thais et al. A better Amazon road network for people and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 117, n. 13, p. 7095-7102, 2020. DOI: 10.1073/pnas.1910853117.

¹ Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Acre (UFAC), Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e doutorando em Engenharia Civil (UFPA) e em Sustentabilidade e Desenvolvimento pela Universidade Aberta de Portugal (UAb). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

² Doutor e pesquisador na área de sustentabilidade, inovação e desenvolvimento territorial, vinculado à Universidade Aberta de Portugal (UAb). Atua em estudos interdisciplinares sobre sustentabilidade, governança territorial, inovação socioecológica e transformação de sistemas socioeconômicos. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Acre (UFAC), Mestre em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP) e Doutor em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)