

# Superando os desafios do investimento em infraestrutura por meio de sua inserção em estratégias de desenvolvimento territorial: a proposta da Engenharia Territorial



Joaquim José Guilherme de Aragão

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental,  
Faculdade de Tecnologia, Brasília, Brasil  
ORCID: 0000-0001-6684-6234

Paulo José Pessoa de Jesus

PBIG Consultoria, Brasília, Brasil  
ORCID: 0009-0002-5511-549X

Recepción: 5 de febrero de 2026  
Aceptación: 7 de abril de 2026

## Resumo

A Engenharia Territorial é proposta como uma abordagem inovadora para superar as limitações dos modelos tradicionais de infraestrutura no Brasil, como as PPPs, que frequentemente apresentam sobrecustos e aprofundam desigualdades regionais. Diferentemente de visões fragmentadas, esta proposta articula simultaneamente infraestrutura, cadeias de negócios produtivas e governança colaborativa em um único framework integrado. O conceito fundamenta-se em três pilares: a Engenharia como instrumento de política pública, o Território como espaço multidimensional e a Cadeia de Negócios como motor de geração de valor. A metodologia, estruturada em nove etapas, visa transformar territórios em ecossistemas produtivos coesos, utilizando “segmentos-âncora” para atrair investimentos e garantir a sustentabilidade fiscal por meio da arrecadação futura. As principais vantagens incluem a mitigação de riscos e a otimização do gasto público. Contudo, a aplicação enfrenta desafios como a dependência de dados precisos, a complexidade da governança federativa e o descompasso com ciclos políticos. Em suma, o modelo propõe que a infraestrutura seja um meio para promover o desenvolvimento regional integrado e a inclusão social.

**PALAVRAS-CHAVE:** INFRAESTRUTURA. INVESTIMENTO. ENGENHARIA TERRITORIAL. CADEIA DE NEGÓCIOS. SUSTENTABILIDADE FISCAL.

## Territorial Engineering as an Instrument for Enabling Social Rights

### Abstract

Territorial Engineering emerges as an innovative approach to overcome the limitations of traditional infrastructure models in Brazil, such as PPPs, which frequently present cost overruns and deepen regional inequalities. Unlike fragmented views, this proposal simultaneously articulates infrastructure, productive business chains, and collaborative

governance within a single integrated framework. The concept is founded on three pillars: Engineering as an instrument of public policy, Territory as a multidimensional space, and Business Chain as an engine for value generation. The methodology, structured in nine steps, aims to transform territories into cohesive productive ecosystems by using “anchor segments” to attract investments and ensure fiscal sustainability through future tax revenue. Key advantages include risk mitigation and the optimization of public spending. However, its application faces challenges such as a high dependence on precise data, the complexity of federative governance, and the mismatch with political cycles. Ultimately, the model proposes that infrastructure serves as a means to promote integrated regional development and social inclusion.

**KEYWORDS:** INFRASTRUCTURE. INVESTMENT. TERRITORIAL ENGINEERING. BUSINESS CHAIN. FISCAL SUSTAINABILITY.

## 1. Introdução

A infraestrutura constitui elemento fundamental para a sustentação das sociedades contemporâneas, sendo compreendida como o conjunto de sistemas técnicos e operacionais indispensáveis à vida social e produtiva que, além de sua função produtiva, cumpre papel redistributivo ao reduzir desigualdades regionais e sociais mediante o acesso a serviços e atividades econômicas (CEPAL; UNASUR, 2012). Caracterizada como direito social na Constituição Federal de 1988 (art. 6º) e como bem público submetido aos princípios constitucionais da legalidade, eficiência e impessoalidade, a infraestrutura assume natureza de ativo público estratégico, com valor econômico e social, demandando planejamento integrado vinculado a políticas públicas e instrumentos de ordenamento territorial. Nessa perspectiva, a provisão de infraestrutura constitui obrigação fundamental do Estado, conectando-se ao papel distributivo do gasto público conforme a teoria de Musgrave (1959), segundo a qual o investimento em infraestrutura não se reduz à alocação de recursos produtivos, mas funciona como mecanismo ativo de política pública para a promoção da equidade territorial (Aragão, 2008; Bracarense, 2017).

Contudo, a experiência brasileira de duas décadas com Parcerias Público-Privadas (PPPs) e modelos tradicionais de financiamento orçamentário revela limitações significativas: aproximadamente 80% dos projetos apresentam sobrecustos médios de 43%;%, elevados custos de transação resultam em priorização inadequada de investimentos; e a concentração espacial em regiões economicamente dinâmicas (Sudeste e Sul) aprofunda desigualdades regionais, deixando áreas periféricas com potencial de desenvolvimento desprovidas de infraestrutura adequada (Gomide & Pereira, 2018). Estabelecido esse marco conceitual e reconhecidas as limitações dos modelos vigentes, a Engenharia Territorial emerge como abordagem inovadora que articula investimentos em infraestrutura viária a estratégias integradas de desenvolvimento territorial, nas quais o investimento em transportes é acompanhado de investimentos concomitantes em cadeias de negócios produtivas, gerando fluxos de investimento, receitas fiscais e arrecadação capazes de autofinanciar a infraestrutura e superar o ciclo de dependência de subsídios governamentais.

Embora a experiência internacional — particularmente a implantação de ferrovias no Japão, nos Estados Unidos e no Brasil — demonstre que a ligação entre investimento

em infraestrutura e iniciativas de desenvolvimento territorial é historicamente comprovada, as dificuldades de delimitação, concepção, gestão e financiamento dessas estratégias exigem uma abordagem metodológica rigorosa que articule engenharia, economia territorial e governança pública de forma sistêmica. Assim, o presente artigo tem por objetivo oferecer uma abordagem de engenharia para superar os desafios tanto do investimento viário quanto das estratégias de desenvolvimento espacial, a partir da intervenção por meio da criação de empreendimentos integrados e encadeados em territórios delimitados, corrigindo assimetrias sociais e regionais ao mesmo tempo que gera recursos fiscais para a sustentabilidade dos investimentos, reafirmando a infraestrutura como serviço público essencial e universalmente acessível.

O artigo estrutura-se da seguinte forma: a Seção 2 realiza diagnóstico das limitações do investimento em infraestrutura no Brasil, com destaque para o setor viário; a Seção 3 estabelece o conceito de Engenharia Territorial a partir das noções de Engenharia, Território e Cadeia de Negócios; a Seção 4 explana o processo de concepção e governança das cadeias de negócios; a Seção 5 oferece uma avaliação das vantagens e dos desafios que a adoção da Engenharia Territorial poderá demonstrar ao longo de sua aplicação; e a Seção 6 conclui o artigo, apontando perspectivas futuras para essa nova engenharia como instrumento de política pública.

## 2. Impactos e demandas globais de investimento em infraestrutura: breve revisão

A presente seção realiza uma revisão crítica da literatura internacional sobre investimentos em infraestrutura, identificando limitações fundamentais nas abordagens vigentes. O objetivo não é meramente inventariar os desafios conhecidos, mas apontar a lacuna epistemológica central: a fragmentação entre análises técnicas de infraestrutura, modelos de financiamento e frameworks de governança. A literatura internacional, embora vasta e sofisticada, não conseguiu sintetizar essas dimensões em uma abordagem integrada e sistêmica que reconheça a interdependência fundamental entre infraestrutura, geração de valor territorial e estrutura institucional.

### 2.1. Investimento em infraestrutura: panorama e lacunas conceituais

A literatura sobre investimento em infraestrutura é extensa, tendo sido sistematicamente revisada desde a década de 1980 (Walter, 2016; Kumari & Sharma, 2017; Srinivaso & Rao, 2013), detalhando impactos concretos em diversas esferas da sociedade. O consenso internacional reconhece que investimentos em infraestrutura geram uma multiplicidade de impactos positivos: na dimensão econômica direta, redução de custos de transação e de insumos para empreendedores, facilitação de fluxos comerciais e aumento da produtividade; na dimensão socioeconômica, criação de empregos, desenvolvimento regional e incremento do capital humano; na dimensão ambiental, melhoria das condições ambientais e da saúde pública; e, na dimensão institucional, capacitação para responder a novas demandas de infraestrutura.

O volume de investimento necessário para modernizar economias em desenvolvimento constitui tema central na literatura de bancos e agências multilaterais (Walter, 2016; Fioravanti *et al.*, 2019; Fay *et al.*, 2021). Para a América Latina, estima-se necessária

uma alocação contínua de 5% do PIB; entretanto, na década de 1990, a região investiu apenas entre 2% e 3%, gerando hiato anual de US\$ 100 bilhões a US\$ 150 bilhões (Fioravanti *et al.*, 2019). No Brasil, relatório da ABDIB e da EY (2019) aponta necessidade de investimento equivalente a 4,3% do PIB por dez anos consecutivos apenas para remover gargalos estruturais.

Até 1990, os governos funcionavam como investidores primários, utilizando majoritariamente fundos fiscais, com participação privada mínima (Kumari & Sharma, 2017; Ketkar & Ratha, 2009). A partir da década de 1980, a elevação das taxas de juros internacionais e a escassez de recursos públicos impulsionaram a busca por soluções privadas, materializadas em privatizações, concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs). Paradoxalmente, essa reorientação não diminuiu o papel central dos governos. A participação pública no financiamento permanece robusta por três razões: (1) os riscos inerentes a projetos de infraestrutura excedem aqueles associados a projetos comerciais privados (Poole *et al.*, 2014); (2) a necessidade de o Estado manter o planejamento estratégico e a priorização de investimentos; e (3) as demandas sociais por acessibilidade dos serviços e proteção ambiental (Chan *et al.*, 2009). A avaliação de projetos configura-se, assim, como desafio técnico, financeiro e, sobretudo, político (Schwartz *et al.*, 2014).

A experiência de duas décadas com PPPs revelou limitações sistemáticas amplamente documentadas. O estudo do IPEA realizado por Gomide e Pereira (2018) demonstra que aproximadamente 80% dos projetos apresentam sobrecustos médios de 43%, enquanto 40% registram déficits de 17% em relação aos benefícios esperados[8]. A complexidade da montagem e da gestão de contratos multipartes resulta em elevados custos de transação. As PPPs são frequentemente percebidas como solução imediata para a escassez de recursos, quando, na verdade, demandam investimentos substanciais em capacidade administrativa estatal. A pressão temporal por implantação conduz à má escolha de projetos em termos de relevância estratégica, gerando contratos inadequados e baixa qualidade executiva. Riscos contingenciais comprometem a disciplina fiscal, enquanto a preferência por projetos “mais imediatamente vendáveis” subverte prioridades estratégicas definidas no planejamento nacional. Contudo, a crítica convencional permanece superficial e fragmentada: a literatura trata os custos de transação como problema gerencial; a qualidade executiva como questão de capacidade técnica; e a viabilidade financeira como desafio de modelagem de receitas. Não se reconhece que esses “problemas” são manifestações sintomáticas de uma lacuna epistemológica fundamental — a ausência de integração entre três pilares que deveriam ser concebidos simultaneamente: sistema de infraestrutura, modelo de negócio e estrutura de governança.

## 2.2. Estratégias de Desenvolvimento Espacial: experiências e desafios

Reconhecendo esses limites, a comunidade internacional de desenvolvimento propôs as Estratégias de Desenvolvimento Espacial (EDEs) como alternativa superior. As EDEs constituem empreendimentos governamentais estratégicos de grande escala, concebidos para desbloquear potencial econômico e estimular investimento e emprego em áreas geográficas específicas, frequentemente subdesenvolvidas, mas com potencial inerente de crescimento (Muñoz & Vargas, 2020; Hope & Cox, 2015). As EDEs caracterizam-se por sua grande escala e potencial transformador, envolvendo

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

investimentos coordenados em múltiplos projetos; pela complexidade, ao reunir múltiplos stakeholders; pela visão de longo prazo; pelo investimento significativo, envolvendo capital público e privado; e pela importância estratégica orientada ao aumento da competitividade e ao combate das desigualdades espaciais. Teoricamente, as EDEs funcionariam como motores de crescimento por meio de múltiplos mecanismos: atração de investimentos, liberação de potencial inexplorado, criação de clusters, melhoria da infraestrutura, geração de empregos e aumento da competitividade internacional.

Entretanto, a prática revela que as EDEs replicam a mesma fragmentação conceitual que comprometeu as PPPs. No plano institucional-governamental, observa-se falta de coordenação entre agências e níveis de governo, insuficiente vontade política e fragilidade regulatória. No plano do planejamento, estudos econômicos são frequentemente irrealistas ou politicamente motivados, com subestimação da complexidade e dos riscos. No plano financeiro-econômico, observa-se incerteza quanto ao financiamento, dificuldade em atrair investimento privado sustentado e distribuição desigual de benefícios. No plano socioambiental, grandes projetos causam deslocamento de comunidades e degradação ambiental. Finalmente, no plano executivo, ocorrem atrasos, sobrecustos e coordenação inadequada de infraestruturas interligadas. Essa multiplicidade de “desafios” catalogados pela literatura revela não uma série de problemas independentes, mas diferentes manifestações de uma questão epistemológica única: a incapacidade de articular simultaneamente a dimensão técnico-infraestrutural, o modelo de negócio e a dimensão institucional-governamental em um framework integrado e sistêmico.

A literatura internacional sobre investimento em infraestrutura, por mais sofisticada que seja na análise de componentes individuais, padece de uma lacuna estrutural: trata infraestrutura, financiamento e governança como domínios separados e, frequentemente, em conflito. A infraestrutura é analisada segundo critérios técnicos e de impacto econômico agregado. O financiamento é examinado por meio de lentes contábeis. A governança é debatida como questão política. O que falta é a compreensão de que esses três pilares são mutuamente constitutivos: uma infraestrutura não gera impacto sem um modelo de negócio integrado que materialize seu potencial; um modelo de negócio não é sustentável sem uma estrutura de governança adequada; e uma estrutura de governança não é legítima se não reconhecer as restrições técnicas da infraestrutura e as oportunidades econômicas do território. As PPPs fracassaram não porque lhes faltou rigor financeiro, mas porque tentaram resolver um problema sistêmico por meio de um instrumento setorial de financiamento. Por sua vez, embora reconheçam a especialidade do investimento, as EDEs não integram infraestrutura, negócio e governança em uma arquitetura única. É precisamente nessa lacuna que a Engenharia Territorial se posiciona como resposta: não meramente como modelo adicional de financiamento, mas como framework integrado que materializa simultaneamente investimento em infraestrutura viária, criação de cadeias de negócios produtivas e estrutura de governança colaborativa em um único empreendimento territorial coeso.

### ***2.3. Situação brasileira da infraestrutura viária e o imperativo da integração***

O panorama da infraestrutura de transportes no Brasil é marcado por insuficiência crônica, profundas desigualdades territoriais e déficit de investimento agravado por restrições fiscais. A malha de transportes brasileira caracteriza-se pela precariedade e pelo

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

desequilíbrio modal: apenas 12,4% da rede rodoviária (1,72 milhão de km) encontra-se pavimentada, com densidade de 25,1 km por 1.000 km<sup>2</sup>, muito inferior à do México (70 km) e à do Uruguai (43,9 km) (CNT, 2019). O sistema ferroviário, integralmente concedido, permanece parcialmente desativado, apesar dos investimentos em trechos operacionais, enquanto o sistema hidroviário, com 43 mil km de potencial, utiliza apenas 47% (19,5 mil km) de sua capacidade, concentrando-se 80% na Amazônia e orientando-se predominantemente ao transporte de commodities. O setor aeroviário, por sua vez, não acompanha o aumento do número de passageiros com modernização adequada da infraestrutura, mantendo volumes de carga oscilantes e reduzidos. Esse desequilíbrio é evidente na matriz de transporte de cargas brasileira: 61% da carga é transportada por rodovias, 21% por ferrovias, 14% pelo transporte aquaviário e apenas 0,4% pelo modal aéreo, refletindo a imaturidade do mercado logístico, no qual o baixo custo de implantação rodoviária a torna a opção mais recorrente.

A rede viária brasileira manifesta marcantes desigualdades territoriais, que se perpetuam por meio de estruturas de financiamento inadequadas (Campos & Estanislau, 2009). O estado de São Paulo concentra os principais troncos rodoviários e ferroviários, apresentando malha mais densa e superior, o que reforça seu papel como polo econômico nacional, enquanto o restante do país, especialmente o Norte e o Nordeste ocidental, permanece como “grande periferia”, situação refletida no desequilíbrio da distribuição regional do PIB. Embora o Brasil possua longa tradição de planejamento de transportes, o esgotamento fiscal a partir da década de 1980 desmobilizou o planejamento estratégico. A retomada ocorreu apenas no século XXI, com a criação do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT) e sua consolidação no Plano Nacional de Logística (PNL 2025), em 2018 (EPL, 2018). Contudo, a abordagem desses planos concentrou-se na remoção de gargalos das regiões já adensadas, levantando o risco de aprofundamento das disparidades inter-regionais existentes. O planejamento também permaneceu limitado ao curto e médio prazo, em razão da instabilidade econômica e da baixa previsibilidade fiscal.

Como resultado, o Brasil apresenta déficit crítico de investimento em infraestrutura: em 2018, o investimento mal ultrapassou 1% do PIB, mantendo-se muito abaixo da média de 2,5% observada nos últimos 15 anos e distante da meta de 4,3% do PIB por dez anos consecutivos, considerada necessária apenas para remover gargalos de produtividade. Apenas a manutenção do estoque atual exigiria investimento anual médio de 2,4% do PIB. Particularmente grave é a ausência de eficiência arrecadatória: as técnicas convencionais de planejamento e análise de viabilidade não avaliam os retornos de receitas públicas capazes de garantir a sustentabilidade da capacidade de investimento e do custeio dos serviços públicos. Com o aprofundamento das restrições fiscais, o Brasil tornou-se caso singular entre países emergentes, pois o investimento privado passou a representar a maior parte (70%) do investimento em infraestrutura (ABCR, 2019).

Entretanto, a experiência brasileira de Parcerias Público-Privadas (PPPs) reflete desafios que extrapolam limitações administrativas ou financeiras convencionais. O poder público frequentemente carece de preparo para enfrentar os enormes desafios gerenciais e de gestão de obras. Mais criticamente, a modelagem de negócio dos contratos fixa-se quase exclusivamente nos pagamentos dos usuários, deixando de explorar receitas indiretas e oportunidades de criação de valor territorial integrado. As concessões concentram-se em regiões com dinamismo econômico suficiente — especialmente

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

Sudeste e Sul —, em detrimento do Norte e do Nordeste, consolidando um círculo vicioso: a ausência de concessões em regiões periféricas impede a oferta de infraestrutura de qualidade, que poderia reduzir custos logísticos regionais e ampliar a competitividade, perpetuando o menor dinamismo econômico e aprofundando desigualdades. Essa concentração espacial das PPPs ilustra a incapacidade dos modelos vigentes de articular simultaneamente infraestrutura, oportunidades econômicas territoriais e estruturas de governança capazes de integrar múltiplos stakeholders.

Reconhecido o papel imprescindível das infraestruturas para o desenvolvimento econômico, sua expansão requer superar o desafio do financiamento, considerando que os modelos de financiamento orçamentário puro (a fundo perdido) e as parcerias público-privadas vigentes demonstraram limitações estruturais. Para superar essas limitações, estratégias de desenvolvimento espacial, tais como os Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento (ENID's), foram propostas como solução, constituindo composições funcionalmente eficientes de investimentos e ações em diversos setores encadeados, com vistas à redução tanto dos custos de produção quanto dos custos logísticos. Entretanto, os desafios para a concepção e implantação dessas iniciativas são expressivos, exigindo o enfrentamento de requisitos complexos e frequentemente contraditórios. Tal enfrentamento é necessário para desenvolver infraestrutura e retomar o crescimento em ritmo mais forte e sustentado, especialmente em regiões de dinamismo ainda reduzido, mas com grandes oportunidades de investimento.

Os pontos essenciais desse enfrentamento não são meramente técnicos ou financeiros de forma isolada, mas exigem integração profunda entre três dimensões mutuamente dependentes. Primeiro, é necessário enriquecer os modelos de negócio, integrando investimento em infraestrutura com intervenções mais amplas na economia, de modo que o investimento viário seja acompanhado de investimentos produtivos concomitantes capazes de gerar receitas indiretas e fluxos econômicos sustentáveis. Segundo, é imperativo buscar eficiência arrecadatória por meio de princípios de contabilidade das variações patrimoniais e dos resultados econômicos e financeiros, garantindo que investimentos iniciais se convertam em receitas públicas recorrentes capazes de sustentar investimentos futuros. Terceiro, deve-se reduzir assimetrias sociais e regionais, operacionalizando a infraestrutura não como fim em si mesma, mas como instrumento de inclusão e equidade territorial. Essas três dimensões — modelo de negócio integrado, eficiência econômico-financeira e redução de assimetrias — não podem ser tratadas separadamente, como ocorre nas abordagens fragmentadas vigentes.

É precisamente em reconhecimento dessa complexidade sistêmica que se propõe aqui o desenho de uma Engenharia Territorial: abordagem metodológica que articula simultaneamente objeto (infraestrutura e seus empreendimentos), objetivos (desenvolvimento econômico, integração territorial e inclusão social) e processo de construção (cadeias de negócios encadeadas em territórios delimitados, com estrutura de governança colaborativa). A Engenharia Territorial emerge não como mais uma solução de financiamento ou instrumento adicional de desenvolvimento espacial, mas como *framework* integrado que materializa infraestrutura, criação de valor territorial e estrutura de governança como sistema único e coeso, superando a fragmentação que tem caracterizado as tentativas anteriores de resolver o desafio do investimento em infraestrutura no Brasil.

### 3. Engenharia territorial: conceituação e fundamentos

Das discussões precedentes acerca das limitações das abordagens fragmentadas de investimento em infraestrutura emergem necessidades convergentes: articular empreendimentos interdependentes em infraestrutura e produção, reunindo modelos de negócio articulados, novas formas de organização institucional, inclusão social e inovação tecnológica em um framework único e integrado. A Engenharia Territorial, apresentada em Aragão (2008) e Aragão *et al.* (2019), emerge precisamente como resposta a essa necessidade: uma abordagem que propõe o desenvolvimento espacial por meio de empreendimentos territoriais — como corredores econômicos e clusters de inovação — capazes de materializar simultaneamente infraestrutura pública, cadeias de negócios produtivas e estruturas de governança colaborativa.

A construção conceitual da Engenharia Territorial exige compreensão aprofundada de seus três pilares constitutivos: Engenharia (método e *práxis*), Território (espaço multidimensional no qual se materializam as ações) e Cadeia de Negócios (mecanismo de articulação e geração de valor). Cada um desses componentes, isoladamente, mostra-se insuficiente; sua força reside na integração sistêmica que transforma um espaço geograficamente delimitado em ecossistema produtivo coeso, capaz de gerar simultaneamente valor econômico, inclusão social e sustentabilidade fiscal.

#### 3.1. Engenharia: do artefato técnico ao instrumento de política pública

A Engenharia, em sua acepção clássica, consiste na aplicação de princípios científicos e matemáticos para projetar, construir e manter estruturas, máquinas, dispositivos, sistemas e processos. Seu objetivo principal é resolver problemas práticos e atender às necessidades da sociedade de forma eficiente, econômica e segura, considerando simultaneamente aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Em termos mais amplos, a Engenharia representa a arte e a ciência de criar soluções inovadoras e otimizadas para os desafios enfrentados pela sociedade, desde infraestruturas até desenvolvimento tecnológico. Contudo, para os fins da Engenharia Territorial, essa definição clássica deve ser ampliada: Engenharia é a disciplina que articula o diagnóstico de problemas e necessidades com a concepção de artefatos capazes de resolvê-los, materializando essas soluções por meio de planos sistêmicos de implantação que consideram restrições técnicas, oportunidades econômicas, viabilidade política e impactos socioambientais. Assim, a Engenharia atua como braço técnico da sociedade, sob regulação do Estado, para reorganizar o território e o ambiente ocupado, respondendo aos problemas gerados pela própria dinâmica econômica e social.

O método fundamental de qualquer Engenharia parte de um diagnóstico rigoroso: identificam-se problemas e necessidades formulados a partir da análise da situação concreta. Dessa análise emergem expectativas de solução, nas quais ideias e projetos precedentes são revisitados e potencializados, evitando-se partir do vazio. A Engenharia utiliza, então, princípios científicos para construir soluções para esses problemas e expectativas sob a forma de um “artefato” — objeto concreto que corporifica a resposta ao desafio identificado. Crucialmente, esse artefato não se limita à conceituação teórica; exige um plano de ação detalhado para sua implantação. Essa construção é condicionada por requisitos múltiplos, derivados da análise prévia dos problemas e expectativas.

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

O artefato finalizado deve atender às necessidades e expectativas originais, resolvendo os problemas estabelecidos e viabilizando os projetos previstos, cumprindo, assim, sua função de instrumento de política pública.

Para a Engenharia Territorial especificamente, o artefato não consiste em mera infraestrutura física, mas em empreendimento territorial integrado — cadeia de negócios espacialmente encadeada, suportada por infraestrutura pública estrategicamente localizada e operacionalizada por meio de estrutura de governança colaborativa. Esse artefato territorialmente situado é concebido para gerar, simultaneamente, fluxos econômicos recorrentes (viabilizando a sustentabilidade fiscal dos investimentos), inclusão social (democratizando o acesso a oportunidades e serviços) e desenvolvimento regional (reduzindo assimetrias territoriais).

### **3.2. Território: conceito multidimensional e delimitação estratégica**

O território constitui conceito central na Geografia, relacionado, mas distinto, de outros utilizados para caracterizar o espaço. Ao lado de conceitos como espaço (categoria geral que abrange as interações sociedade-natureza), área (subdivisão baseada em critérios específicos), região (diferenciação voltada a políticas públicas), lugar (espaço de interação social marcado por significados e pertencimentos), ambiente (interface dinâmica entre natureza e sociedade) e paisagem (apropriação do espaço pelo trabalho humano), o território ocupa posição particular: inclui apropriação efetiva ou simbólica de um espaço e implica a noção de limite — componente inerente a qualquer prática —, manifestando intenção de poder sobre uma porção precisa do espaço (Brasil, 2008; Souza, 2005; Santos, 2006).

O território é simultaneamente espaço físico-geográfico e espaço socialmente construído, marcado pelas atividades humanas e pelas relações de produção e poder nele estabelecidas (Santos, 2006). A relação entre território e Engenharia de Infraestrutura Pública revela-se na prática de planejamento e construção de obras e serviços que consideram as condições específicas do espaço. Ao materializar projetos de infraestrutura — estradas, barragens, redes de saneamento e sistemas energéticos —, a Engenharia deve adequar-se às características do ambiente: relevo, clima, hidrografia, densidade populacional e formas preexistentes de ocupação. O território condiciona e orienta, de maneira incontornável, as escolhas técnicas, logísticas e ambientais da Engenharia.

Para os fins da Engenharia Territorial, o conceito de território adquire operacionalidade específica. O território é construído a partir de uma área delimitada estrategicamente, em cujo interior se situa um conjunto de lugares nos quais se localizam os negócios componentes da cadeia, tanto produtivos quanto infraestruturais. Consequentemente, o território não se apropria da totalidade da área delimitada, mas concentra-se nesses lugares que constituem espaços discretos dos negócios e de seus elementos de interação, configurando-se como rede territorial. Entretanto, dado que os negócios visam demandantes e fornecedores externos à área inicialmente delimitada — partindo-se do princípio de que o empreendimento não abarca a totalidade dos elos das cadeias inseridas —, o território do empreendimento também incorpora lugares situados fora dessa delimitação original.

Operacionalmente, o território do empreendimento articula-se em três áreas concêntricas: (1) área interna, onde se localizam os negócios e as infraestruturas pertencentes ao empreendimento, implicando uma zona de controle e responsabilidade direta; (2) área de influência imediata, composta por fornecedores de insumos e mercados consumidores geograficamente próximos; e (3) área de projeção externa, que reúne agentes discretos e regiões externas mais amplas (bacias econômicas) que adquirem a produção do empreendimento e fornecem insumos complementares, bem como centros de decisão política — por exemplo, o Governo Federal — cujas diretrizes influenciam a operação territorial. Essa estrutura territorial em camadas permite à Engenharia Territorial identificar pontos críticos de interface e oportunidades de integração capazes de ampliar a eficiência sistêmica.

### 3.3. Cadeia de Negócios: mecanismo de integração e geração de valor

A Cadeia de Negócios pode ser entendida como o conjunto articulado de atividades, agentes, recursos e fluxos que estruturam a produção, a transformação, a distribuição e o consumo de bens e serviços em determinado território (Yamashita *et al.*, 2024). Diferencia-se da noção tradicional de cadeia produtiva por enfatizar não apenas as etapas técnicas da produção, mas também as relações de governança, a inserção territorial e a dinâmica das oportunidades de oferta e demanda. A etimologia dos termos converge em seus significados: “cadeia” evoca conexão sequencial; “negócio” remete às práticas de organização econômica que sustentam a circulação de valor. Assim, Cadeia de Negócios expressa uma rede de interdependências que estrutura a economia territorial de forma integrada.

A concepção de Cadeia de Negócios relaciona-se diretamente com a Engenharia de Infraestrutura Pública, uma vez que a construção e a manutenção de obras — rodovias, ferrovias, sistemas de energia, saneamento e logística — configuram suportes materiais necessários para viabilizar essas cadeias. O território, em suas condições de espaço natural (recursos hídricos, relevo e clima) e espaço ocupado (uso do solo, densidade populacional e atividades econômicas instaladas), atua como determinante das oportunidades de oferta e demanda. A Engenharia cumpre, assim, a função de traduzir potencialidades territoriais em infraestrutura física, tornando possível a materialização das cadeias de negócios.

Para a abordagem operacional da Cadeia de Negócios, a identificação e definição de um segmento-âncora — atividade central capaz de dinamizar outras — constitui estratégia crítica de articulação produtiva. Um segmento-âncora, ao consolidar-se, gera externalidades positivas que atraem novos investimentos e induzem a formação de âncoras setoriais complementares (Yamashita *et al.*, 2024). Esse processo estimula uma economia circular, na qual resíduos, subprodutos e fluxos intermediários são reinseridos em diferentes cadeias, ampliando a eficiência no uso de recursos e reduzindo desperdícios. A cadeia de negócios configura-se, portanto, como estrutura dinâmica que integra agentes econômicos e sociais, articulando-se com a Engenharia de Infraestrutura Pública para transformar condições territoriais em oportunidades de desenvolvimento.

Estruturalmente, a cadeia de negócios, conforme a Figura 1, compreende três segmentos principais articulados: (1) montante — fornecedores de insumos e matérias-primas essenciais ao processo produtivo; (2) âncora — núcleo produtivo no qual ocorre a

principal transformação dos insumos em produtos ou serviços; e (3) jusante — atividades de distribuição, comercialização e entrega ao consumidor final. Cada segmento interliga-se por meio de negócios de articulação que garantem o fluxo eficiente de materiais, produtos e informações entre as etapas. A base da cadeia é sustentada por uma camada de apoio composta por serviços públicos e privados, além de recursos transversais, como logística, tecnologia e infraestruturas que viabilizam o funcionamento integrado do sistema.

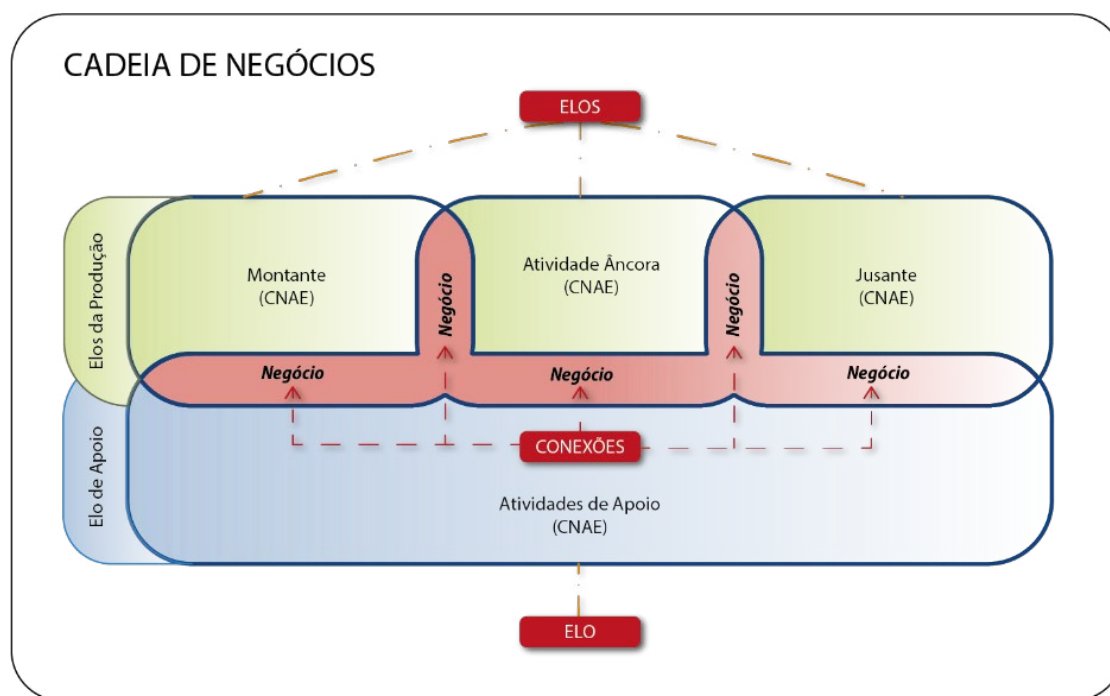


Figura 1. Cadeia de Negócios.

Segundo Porter (1985), a agregação de valor ao longo da cadeia ocorre precisamente pela coordenação eficiente dessas etapas, permitindo que cada elo contribua para o aumento do valor do produto ou serviço final. No contexto da infraestrutura territorial, essa abordagem mostra-se estratégica, pois potencializa a eficiência operacional, amplia a arrecadação econômica e impulsiona o desenvolvimento regional.

### 3.4. Engenharia Territorial: síntese integradora e definição operacional

A Engenharia Territorial é o campo interdisciplinar que integra ciência, técnica e gestão para planejar, implantar, implementar e operacionalizar artefatos territoriais — entendidos como o conjunto articulado que abrange desde a infraestrutura viária até a entrega final de serviços públicos de excelência. Seu diferencial reside na utilização integrada da cadeia de negócios aplicada ao território, articulando as condições do espaço natural e ocupado com oportunidades de oferta e demanda, de modo a fortalecer segmentos-âncora, promover economias circulares e contribuir simultaneamente para: (1) a efetividade do papel constitucional do Estado na provisão de serviços públicos; (2) o crescimento econômico sustentável; e (3) o desenvolvimento social inclusivo

— tudo isso por meio da geração de ativos empresariais e familiares que ampliem a distribuição de renda.

A necessidade de formular essa nova Engenharia fundamenta-se nas análises precedentes: a urgência do crescimento econômico regional requer a viabilização da expansão infraestrutural; os problemas apresentados pelos procedimentos atuais de investimento dificultam a realização de projetos, sobretudo em fronteiras econômicas e áreas periféricas, nas quais o crescimento é mais necessário; e projetos previstos em planos permanecem inviabilizados em razão da fragmentação entre infraestrutura, financiamento e governança. A Engenharia Territorial propõe-se a superar essa fragmentação.

No cerne do artefato dessa Engenharia situa-se a cadeia de negócios, que reúne, de forma sistêmica e espacialmente eficiente, os elementos anteriormente descritos: infraestrutura viária estrategicamente localizada e articulada a investimentos produtivos capazes de gerar fluxos econômicos recorrentes. Seu diferencial está em estruturar uma economia circular que reaproveita recursos, estimula inovação e amplia a eficiência dos investimentos. A identificação e consolidação de segmentos-âncora da economia territorial constituem ponto central nesse processo: uma âncora consolidada não apenas estrutura cadeias produtivas específicas, mas também gera novas âncoras, promovendo a diversificação da economia local e a emergência de arranjos produtivos dinâmicos. A Engenharia Territorial atua como mediadora, organizando a relação entre infraestrutura, oferta de serviços públicos e cadeias econômicas, estruturando economias circulares que fortalecem o território.

A concepção e operacionalização de cadeias de negócios por meio de um plano de implantação exigem uma série de requisitos interdependentes: (1) encadeamento desfragmentado — esforços voltados à integração de investimentos, produzindo um choque de eficiência no processo produtivo e logístico; (2) sinalização de vantagem locacional — o ganho de eficiência deve comunicar ao investidor as vantagens oferecidas pelo território, induzindo a transformação social necessária para o enraizamento dos investimentos, especialmente por meio da integração de produtores às oportunidades de mercado; (3) inovação estratégica — busca contínua de inovações que reforcem a vantagem competitiva e ampliem a resiliência a riscos diversos, sobretudo ambientais; e (4) governança e transparência adequadas — desenvolvimento de processos de governança e transparência para os setores público e privado, pautados pela responsabilidade fiscal e corporativa.

Em suma, a Engenharia Territorial constitui abordagem estratégica, integrada e multidisciplinar que alinha a ação do Estado, as características do território e as demandas sociais e econômicas. Seu objetivo é garantir que o financiamento da infraestrutura — pública e privada — seja planejado com vistas à geração de valor territorial e ao aumento da arrecadação fiscal futura, indo além do fluxo de caixa imediato. Ao integrar estrategicamente empreendimentos complementares, cria sinergias que impulsionam o desenvolvimento local e regional, assegurando a sustentabilidade fiscal dos investimentos e reafirmando a infraestrutura como serviço público essencial e universal. Como campo de conhecimento, a Engenharia Territorial concentra-se na produção de soluções e artefatos aplicados à infraestrutura pública — transportes, energia e saneamento —, visando garantir a prestação de serviços de excelência socialmente inclusivos

e estabelecendo a ligação entre o patrimônio físico do Estado e a efetividade dos serviços públicos em benefício de populações territorialmente marginalizadas.

## 4. Metodologia da Engenharia Territorial

A Engenharia Territorial insere-se no planejamento estratégico ao tratar o território como condicionante técnico e mediador social. Compreendido como espaço físico e socialmente construído (Santos, 2006), o território não apenas delimita as obras de infraestrutura, mas também revela oportunidades de desenvolvimento. Nesse contexto, a Cadeia de Negócios atua como ferramenta estratégica para articular atividades, agentes e recursos (Yamashita *et al.*, 2024), permitindo a identificação de segmentos-âncora e a promoção de economias circulares.

A aplicação da Cadeia de Negócios na Engenharia Territorial persegue os seguintes objetivos fundamentais:

- promover o crescimento econômico, facilitando fluxos de bens, serviços e informações;
- estimular o desenvolvimento social, universalizando o acesso à infraestrutura e gerando empregos;
- assegurar responsabilidade ambiental, alinhando projetos aos requisitos de sustentabilidade;
- garantir rentabilidade empresarial, fomentando ambientes de inovação e competitividade;
- ampliar a arrecadação governamental, consolidando a base fiscal;
- otimizar a gestão fiscal, orientando a distribuição produtiva das receitas e a função redistributiva do Estado.

Essa abordagem gera ativos empresariais e familiares, fortalece a economia local e promove a inclusão social, constituindo um modelo integrado de desenvolvimento sustentável.

A seguir, detalham-se os nove passos essenciais, estruturados para garantir a condução consistente do desenvolvimento territorial.

### 4.1. Etapas metodológicas

#### *Etapas metodológicas*

##### *Etapas metodológicas*

##### *Etapas metodológicas*

Define-se a infraestrutura central do estudo e delimita-se sua área de influência direta. A atividade concentra-se na análise preliminar do potencial de transformação territorial gerado pela intervenção e no mapeamento dos impactos imediatos previstos.

### *Etapa 2: identificação das oportunidades da área de influência imediata*

Analisa-se o cenário econômico setorial para mapear demandas, tendências e lacunas de mercado. Quantificam-se as oportunidades considerando escala, abrangência e retorno esperado. Avaliam-se os fatores de competitividade local — infraestrutura, capital humano e localização — e investigam-se inovações tecnológicas e institucionais aplicáveis, visando maximizar a eficiência.

### *Etapa 3: caracterização da área de influência imediata*

Realiza-se um diagnóstico multidimensional da área de estudo, abrangendo aspectos sociais, econômicos, ambientais, financeiros, governamentais e de infraestrutura. O objetivo é identificar as dinâmicas e potencialidades preexistentes que fundamentarão as estratégias de integração entre o território e o objeto da intervenção.

### *Etapa 4: identificação do território*

Mapeiam-se e selecionam-se os municípios que comporão o projeto. Estabelecem-se critérios técnicos claros para essa seleção, apresentando-se justificativas estratégicas para a delimitação geográfica final do empreendimento.

### *Etapa 5: identificação das âncoras do território*

Identificam-se as atividades econômicas estruturantes (âncoras) que sustentarão a economia local. Analisam-se a capacidade produtiva, a relevância institucional e a logística associada a esses segmentos, buscando compreender sua articulação territorial e seu impacto econômico.

### *Etapa 6: definição da Cadeia de Negócios*

Analisa-se a cadeia produtiva dos negócios identificados para detectar elos ausentes ou deficientes. Selecionam-se os negócios interligados e estrutura-se o encadeamento produtivo, visando fortalecer a integração sistêmica e a competitividade do território.

### *Etapa 7: desenho do empreendimento territorial*

Elabora-se a proposta técnica do empreendimento, definindo os negócios envolvidos e as infraestruturas necessárias. Estimam-se os investimentos (CAPEX), projetam-se as receitas, os custos operacionais (OPEX) e a arrecadação fiscal, propondo-se políticas de suporte para garantir a sustentabilidade do projeto.

### *Etapa 8: desenvolvimento dos modelos de negócio*

Desenvolvem-se os modelos de negócio detalhados, identificando fontes de financiamento e mecanismos de inovação. Estrutura-se o Plano de Negócio Territorial Integrado, avaliando-se a viabilidade fiscal e articulando-se os elementos técnicos e financeiros de forma consistente.

### *Etapa 9: desenho da estrutura de governança*

Define-se o modelo de governança para articular atores públicos e privados. Estabelecem-se políticas públicas orientadoras e estratégias para atração de investimentos, promovendo a cooperação interinstitucional e o desenvolvimento sustentável do território.

### **4.2. Síntese da aplicação e procedimentos complementares**

A metodologia apresenta um arcabouço técnico robusto que articula, de forma sequencial, o planejamento territorial, fundamentando-se em diagnósticos precisos e avaliações estratégicas.

A aplicação prática envolve um trabalho preparatório de exame das condições naturais e produtivas para selecionar os negócios-âncora. Esses negócios são submetidos a análises de mercado e de viabilidade fiscal, com o objetivo de verificar o atendimento às metas estabelecidas. Independentemente dos resultados iniciais, desenham-se as cadeias de negócios completas, incluindo a cadeia de apoio e a análise insumo-produto, a fim de identificar vínculos e elos faltantes.

Na fase de consolidação, busca-se a convergência entre os setores público e privado. Do setor público, requerem-se políticas regulatórias e fiscais baseadas nos ganhos projetados; do setor privado, fomenta-se a criação de consórcios de investimento.

O processo culmina no desenvolvimento de modelos de negócio por meio de ferramentas de estruturação — como *Canvas* e *Front End Loading* (FEL) — e na construção de um modelo de governança. Este inclui pactuações federativas e a possível criação de Sociedades de Propósito Específico (SPE), assegurando mecanismos inovadores de financiamento associados à agregação de valor territorial.

## **5. Discussão crítica da metodologia de engenharia territorial**

A metodologia da Engenharia Territorial, apesar de sua robustez técnica e inovação conceitual, apresenta um conjunto equilibrado de forças, limitações, vantagens e desafios que definem seu potencial real de implementação em contextos de desenvolvimento territorial complexo.

### **5.1. Vantagens**

A principal força da metodologia reside em sua visão sistêmica e holística, representando uma ruptura clara com as abordagens fragmentadas de planejamento territorial. Ao integrar simultaneamente a infraestrutura física (dimensão da Engenharia), as dinâmicas produtivas (dimensão da Cadeia de Negócios) e o contexto social (dimensão do Território), a metodologia enfrenta problemas estruturais que frequentemente persistem em abordagens convencionais. Entre eles, destacam-se a criação de “elefantes brancos” — obras subutilizadas que não geram dinamismo econômico — e a permanência de gargalos logísticos mesmo após investimentos bilionários em infraestrutura.

Um segundo aspecto positivo significativo é o foco explícito na sustentabilidade fiscal do investimento público. Enquanto o planejamento tradicional concentra-se unicamente

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

no custo de capital (CAPEX) da obra, a metodologia incorpora, como critério de sucesso, a previsão de arrecadação governamental e o retorno fiscal de longo prazo. Essa mudança paradigmática torna o investimento público mais defensável politicamente e mais sustentável financeiramente, criando uma justificativa permanente para a manutenção da infraestrutura. Ademais, o custo de capital da infraestrutura e de outros investimentos de maior porte dilui seu peso no conjunto dos investimentos componentes do empreendimento territorial. O emprego e o faseamento adequados da tecnologia contribuem adicionalmente para reduzir o peso do capital fixo.

Em terceiro lugar, a centralidade conferida à Cadeia de Negócios constitui outro aspecto positivo relevante. O conceito de “segmentos-âncora” e a identificação de “elos faltantes” transformam o planejamento econômico territorial de uma atividade especulativa em um exercício técnico e pragmático. Não se aposta na sorte para que o desenvolvimento econômico aconteça; em vez disso, a metodologia induz, de forma planejada, as conexões entre fornecedores, produtores-âncora e mercados consumidores, criando estruturas produtivas coesas.

Em quarto lugar, produz-se uma mitigação substancial de riscos para o investidor privado. Ao mapear antecipadamente as âncoras econômicas, garantir a disponibilidade da infraestrutura necessária e estruturar os modelos de negócio, a metodologia reduz drasticamente a incerteza ambiental para o capital privado. O investidor não está apostando “no escuro” em uma região desconhecida; ele passa a atuar em um ecossistema territorialmente planejado, com infraestrutura pré-dimensionada e elos da cadeia produtiva previamente identificados.

Em quinto lugar, observa-se significativa otimização do gasto público. Metodologias tradicionais frequentemente investem em infraestrutura genérica e pouco orientada por objetivos territoriais específicos. A presente metodologia permite um gasto focado e propositivo: investe-se exatamente na infraestrutura necessária para destravar determinada cadeia de valor, eliminando investimentos paralelos ou redundantes. Assim, busca-se maximizar o retorno social e fiscal de cada recurso investido.

Em sexto lugar, promove-se, de forma estruturada, a inclusão social por meio do fomento ao empreendedorismo, da geração de emprego e da ampliação da renda. Diferentemente de abordagens que tratam o impacto social como externalidade acidental, esta metodologia o estabelece como objetivo fundamental explícito. Ao focar na estruturação de cadeias produtivas completas, a geração de empregos torna-se consequência lógica e direcionada do projeto, e não mero efeito colateral da obra de engenharia. Pequenos fornecedores, produtores locais e prestadores de serviços passam a encontrar espaços estruturados de mercado.

A sétima vantagem consiste na maior legitimidade social e aceitação territorial do projeto. Ao incorporar explicitamente o conceito de “território socialmente construído” e considerar as características vocacionais específicas de cada população, o projeto tende a gerar maior aceitação local. As comunidades reconhecem seus próprios potenciais refletidos no planejamento, reduzindo resistências e fortalecendo a base de apoio político à implementação.

Por fim, a estruturação lógica em nove etapas sequenciais oferece um roteiro claro e replicável para grandes projetos territoriais, reduzindo substancialmente a subjetividade e o imprevisto que frequentemente caracterizam o planejamento do desenvolvimento regional no Brasil e em outros países em desenvolvimento.

## 5.2. Desafios

Apesar de suas virtudes, a metodologia apresenta desafios intrínsecos significativos. O primeiro deles é a elevada dependência de dados de qualidade. As etapas críticas de diagnóstico — particularmente a Etapa 2 (Identificação de Oportunidades), a Etapa 3 (Caracterização Multidimensional) e a Etapa 5 (Identificação de Âncoras) — exigem grande volume de dados precisos e atualizados sobre economia local, demografia, mercado de trabalho e capacidade produtiva. Em regiões com baixa densidade estatística, elevada informalidade econômica ou bases de dados deficientes, a aplicação rigorosa da metodologia pode ser comprometida, forçando decisões baseadas em estimativas ou projeções frágeis.

O segundo desafio refere-se à elevada complexidade da governança. Embora a Etapa 9 (Desenho da Estrutura de Governança) apresente robustez conceitual, ela frequentemente constitui o ponto mais frágil da implementação prática. Coordenar múltiplos municípios, diferentes entes federativos (União, estados e municípios) e atores privados com interesses frequentemente contraditórios exige articulação política e institucional que, em muitos casos, é inexistente ou profundamente instável. A metodologia fornece um desenho técnico, mas não elimina os conflitos políticos inerentes a esse arranjo.

O terceiro desafio encontra-se no sequenciamento originalmente proposto pela metodologia. Embora a organização em etapas represente vantagem para fins didáticos e de planejamento linear, ela pode criar gargalos relevantes. Caso a definição das “âncoras territoriais” (Etapa 5) sofra atrasos ou revisões, todo o desenho do empreendimento (Etapa 7) e a estrutura de financiamento (Etapa 8) serão impactados. Em contextos dinâmicos e marcados por informações emergentes, essa sequencialidade precisará ser flexibilizada, de modo a assegurar maior capacidade de resposta da metodologia.

Em quarto lugar, os desafios relacionados à implementação prática também são relevantes e podem ser subestimados. O principal deles consiste no descompasso entre o horizonte temporal da metodologia e os ciclos políticos. O desenvolvimento das nove etapas — envolvendo diagnósticos aprofundados, articulação interinstitucional e negociações com o setor privado — exige um período mínimo de três a cinco anos antes do início das obras. Esse horizonte frequentemente ultrapassa os ciclos político-administrativos de quatro anos, criando elevado risco de descontinuidade. Um novo governo pode descartar o trabalho preparatório anteriormente realizado por razões políticas ou orçamentárias, desperdiçando recursos e tempo de planejamento já investidos.

O sexto desafio a enumerar é a complexidade de elaboração da metodologia. Desenvolver rigorosamente os estudos das nove etapas — diagnósticos multidimensionais, análises de cadeia de suprimentos, modelos de negócio detalhados e estruturação financeira — exige equipes multidisciplinares altamente qualificadas, compostas por economistas, engenheiros, especialistas em financiamento e arquitetos institucionais.

Contudo, avanços tecnológicos podem contribuir para enfrentar parte desses custos e dificuldades.

O sétimo desafio consiste em mitigar o risco significativo de captura econômica. Ao focar intensamente em “segmentos-âncora” — frequentemente grandes empresas regionais, indústrias de exportação ou empresas multinacionais —, existe o risco de que o planejamento territorial seja excessivamente moldado aos interesses desses grandes atores econômicos, em detrimento de elos menores da cadeia, de produtores familiares ou de necessidades sociais mais difusas. A metodologia pode, inadvertidamente, concentrar ainda mais renda e poder em torno de poucos grandes players.

O oitavo e último desafio refere-se à complexidade dos conflitos federativos e tributários. A delimitação do território (Etapa 4) pode atravessar fronteiras administrativas que não estejam perfeitamente alinhadas. A necessidade de consórcios intermunicipais ou de arranjos interestaduais frequentemente gera disputas jurídicas relativas à jurisdição, à arrecadação de impostos (ISS, ICMS, royalties) e às responsabilidades pela manutenção das infraestruturas. Embora a metodologia contemple a estruturação da governança, ela não resolve, por si só, esses conflitos federativos, que frequentemente escapam ao controle técnico e ingressam no campo da negociação política.

## 6. Síntese e conclusão

A metodologia da Engenharia Territorial representa uma ferramenta inovadora e necessária para superar o subdesenvolvimento infraestrutural e econômico regional. Ela preenche uma lacuna histórica entre o “projeto de engenharia isolado” e o “plano econômico desconectado da infraestrutura física”. Sua estrutura técnica — organizada em nove etapas sequenciais e logicamente articuladas — oferece um roteiro robusto, ainda que preliminar, replicável e sistemático para o planejamento integrado de grandes empreendimentos territoriais.

Ao contrário de abordagens anteriores baseadas em intuição, improvisação ou captura política de recursos, a metodologia estabelece critérios técnicos claros, diagnósticos fundamentados e processos estruturados de tomada de decisão. Isso constitui um avanço significativo na institucionalização do planejamento público em países em desenvolvimento, nos quais a continuidade e a qualidade do planejamento frequentemente são comprometidas por mudanças administrativas e pressões políticas conjunturais.

A experiência internacional sugere, contudo, que mesmo países desenvolvidos enfrentam desafios significativos na manutenção de uma governança territorial colaborativa de longo prazo. A questão federativa, as disputas acerca da arrecadação tributária, as mudanças nas prioridades eleitorais e os conflitos entre atores públicos e privados frequentemente desestabilizam os arranjos institucionais previstos na metodologia. No contexto brasileiro — caracterizado por fragmentação federativa, instabilidade política e competição acirrada por recursos —, esses riscos tornam-se ainda mais agudos.

Por essas razões, o sucesso prático da metodologia depende menos da qualidade técnica de seu desenho e mais da capacidade institucional de manter, de forma persistente, uma governança ativa, colaborativa e resiliente ao longo do tempo. Os desafios apontados

já indicam que a metodologia deverá evoluir na prática, administrando mudanças típicas da dinâmica econômica, política e social, bem como do próprio processo de revolução tecnológica.

Portanto, a recomendação central é que a metodologia da Engenharia Territorial passe por um processo contínuo de evolução prática, baseado em experiências concretas, no qual os desafios enumerados sejam enfrentados de forma criativa e adaptativa, especialmente no que tange à solução de conflitos institucionais e socioeconômicos e às dificuldades técnicas. Estruturas de governança, construção de instâncias de cooperação federativa, introdução de formas inovadoras de relações público-privadas, modelagem de empresas que assumam a gestão de cadeias de negócios e promovam o empreendedorismo territorial, além do desenvolvimento de ferramentas de inteligência e outras medidas ainda por descobrir, terão de ser definidos ao longo do processo, de forma dinâmica.

Na medida em que experiências positivas consigam demonstrar a utilidade e a necessidade da Engenharia Territorial, práticas recorrentes de descontinuidade e instabilidade poderão ser gradualmente mitigadas, superando limitações observadas nos modelos correntes de governança territorial.

De forma geral, a metodologia poderá beneficiar-se significativamente de inovações adicionais em quatro frentes: (1) incorporação de mecanismos de adaptação ágil que permitam revisões iterativas das etapas, sem perda da sequencialidade lógica, respondendo a informações emergentes e a mudanças nas condições econômicas globais; (2) estruturação de modelos inovadores de financiamento que desvinculem o investimento territorial de ciclos orçamentários anuais, possivelmente por meio de concessões, parcerias público-privadas estruturadas ou instrumentos de agregação de valor territorial, como contribuições de melhoria ou taxas de desenvolvimento; (3) desenvolvimento de indicadores e painéis de monitoramento contínuo que permitam avaliar, em tempo real, o desempenho econômico, social e fiscal, garantindo que o empreendimento permaneça alinhado aos seus objetivos originais; e (4) desenvolvimento de sistemas de informação e ferramentas computacionais capazes de avaliar, em tempo real, a evolução de cadeias produtivas, tanto no âmbito nacional quanto internacional, detectando e instrumentalizando oportunidades de investimento e de novos empreendimentos.

Por essa razão, o desenvolvimento da Engenharia Territorial, longe de constituir um campo definitivo, requererá a adoção de agendas dinâmicas de pesquisa, capazes de produzir os avanços técnicos e científicos necessários em diferentes momentos de sua evolução.

Em conclusão, a Engenharia Territorial é uma ferramenta metodologicamente sofisticada e conceitualmente sólida, que oferece um caminho promissor para o desenvolvimento territorial integrado. Seu potencial transformador é real e significativo, especialmente em regiões com elevado potencial econômico subutilizado e com problemas estruturais de fragmentação infraestrutural. Seus desafios também são consideráveis, mas precisarão ser enfrentados. Afinal, o momento histórico do País exige uma ruptura com práticas e paradigmas de políticas públicas e planejamento que já esgotaram sua capacidade de responder aos impasses do desenvolvimento econômico nacional.

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...  
J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

A exposição do conceito de Engenharia Territorial apresentada neste artigo seria enriquecida pela inclusão de estudos de caso que demonstrassem a aplicabilidade e a utilidade da abordagem. Entretanto, tal aprofundamento extrapola o espaço disponível para o presente texto. Recomenda-se, em contrapartida, a leitura de trabalhos publicados sobre estudos de caso de corredores econômicos em Andrade e Aragão (2026), Aragão *et al.* (2025<sup>a</sup>, 2025b) e Nonato *et al.* (2025).

## Agradecimentos

*Os autores agradecem ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio conferido à pesquisa subjacente a este artigo.*

## Referências

- » ABCR. (2018). *Situação das rodovias brasileiras: Manutenção e investimento*. Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias.
- » ABDIB & EY. (2019). *Investimento em infraestrutura no Brasil: Diagnóstico e perspectivas*. Associação Brasileira da Infraestrutura.
- » Andrade, M. O., & Aragão, J. J. G. (2026). Financiando rodovias de contorno metropolitanas com base na engenharia territorial: Estudo do caso do Arco Metropolitano do Recife. In *Libro de actas del XXIII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano* (Vol. 1, pp. 233–243). ALAPTU.
- » Aragão, J. J. G. (2008). Engenharia territorial: Uma nova abordagem para o financiamento de infraestrutura. *Revista de Transporte e Desenvolvimento*, 15(3), 234–256.
- » Aragão, J. J. G., Bracarense, L. S. F. P., & Yamashita, Y. (2019). Princípios da engenharia territorial aplicados como instrumento para o crescimento e para o desenvolvimento econômico. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 15, 194–207.
- » Aragão, J. J. G., Freitas, A. C. Trindade, & Yamashita, Y. (2025). Levantamento e sistematização de potenciais de pecuária e seu papel na estratégia de financiamento de infraestruturas: Estudo de caso da rodovia BR-020. In G. F. Ribeiro (Org.), *Desenvolvimento rural sustentável: Inovação, políticas e práticas para o futuro do campo* (Vol. 1, pp. 59–82). Editora Científica Digital. DOI 10.37885/250719841
- » Aragão, J. J. G., Nonato, M. P. A. T., & Dafico, L. M. O. (2025). Viabilizando o investimento viário por meio do desenvolvimento territorial: Estudo do caso da BR-020. In *Anais do 39º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes* (Vol. 1, pp. 1–15). Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.
- » Bracarense, L. S. (2017). Infraestrutura e desenvolvimento regional no Brasil: Perspectivas e desafios. *Journal of Infrastructure Studies*, 12(2), 145–167.
- » Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*.
- » Brasil. Ministério da Integração Nacional. (2008). *Conceitos para planejamento territorial*. Ministério da Integração Nacional.
- » Campos, F., & Estanislau, E. (2009). Disparidades regionais de infraestrutura: Uma análise das desigualdades espaciais. *Revista de Economia Regional*, 15(2), 123–145.
- » CEPAL & UNASUR. (2012). *Iniciativa para la integración de la infraestructura regional suramericana*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.
- » Chan, C., Forwood, D., Roper, H., & Sayers, C. (2009). *Public infrastructure financing: An international perspective (Productivity Commission Staff Working Paper)*. Australian Government.
- » CNT. (2019). *Pesquisa CNT de rodovias 2019: Relatório gerencial*. Confederação Nacional do Transporte.

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...

J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

- » EPL. (2018). *Plano Nacional de Logística 2025*. Empresa de Planejamento e Logística S.A.
- » Fay, M., Martimort, D., & Straub, S. (2021). Funding and financing infrastructure: The joint use of public and private finance. *Journal of Development Economics*, 150, Article 102629. <https://doi.org/10.1016/j.jdevco.2021.102629>
- » Fioravanti, R., Lembo, C., & Deep, A. (2019). Filling the infrastructure investment gap: *The role of project preparation facilities—An overview of MDBs and the Inter-American Development Bank*. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, 33(2), 201–225. <http://dx.doi.org/10.18235/0001590>
- » Gomide, A. Á., & Pereira, J. F. (2018). *Parcerias público-privadas no Brasil: Análise de uma década de experiências*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- » Hope, A., & Cox, J. (2015). Development corridors. *Coffey International Development*.
- » Ketkar, S., & Ratha, D. (2009). New paths to funding. *Finance and Development*, 46(2), 43–45.
- » Kumari, A., & Sharma, A. K. (2017). Infrastructure financing and development: A bibliometric review. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 16, 49–65. DOI 10.1016/j.ijcip.2016.11.005
- » Muñoz, H., & Vargas, E. (2020). Spatial development initiatives in Latin America: Experience and lessons. *Regional Development Review*, 25(2), 334–356.
- » Musgrave, R. A. (1959). *The theory of public finance: A study in public economy*. McGraw-Hill.
- » Nonato, M. P. A. T., Yamashita, Y., Jesus, P. J. P., & Aragão, J. J. G. (2025). Financiamento de infraestrutura de transporte rodoviário por meio de agregação de valor: O caso da BR-430. In *Anais do 39º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes* (Vol. 1, pp. 1–15). Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.
- » Poole, E., Toohey, C., & Harris, P. (2014). Public infrastructure: A framework for decision-making. In A. Heath & M. Read (Orgs.), *Financial flows and infrastructure financing: Proceedings of a conference*. Reserve Bank of Australia.
- » Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- » Santos, M. (2006). *Metamorfoses do espaço habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da geografia*. Editora da Universidade de São Paulo.
- » Schwartz, J. Z., Ruiz-Núñez, F., & Chelsky, J. (2014). Closing the infrastructure finance gap: Addressing risk. In A. Heath & M. Read (Orgs.), *Financial flows and infrastructure financing: Proceedings of a conference*. Reserve Bank of Australia.
- » Souza, M. L. (2005). *O território: Sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento*. Bertrand Brasil.
- » Srinivasu, B., & Rao, P. S. (2013). Infrastructure development and economic growth: Prospects and perspective. *Journal of Business Management and Social Sciences Research*, 2(1), 81–91.
- » Walter, I. (2016). *The infrastructure finance challenge*. Open Book Publishers.
- » Yamashita, Y., Aragão, J. J. G., Jesus, P. J. P., & Lopes, E. P. (2024). *Estruturação de cadeias de negócio para a dinamização econômica de municípios de agronegócio: Esboço de uma metodologia*. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16274.22723>

Superando os desafios do investimento em infraestrutura...

J. J. GUILHERME DE ARAGÃO Y P. J. PESSOA DE JESUS

**Joaquim José Guilherme de Aragão / joaquim.jg.aragao@gmail.com**

Possui graduação em Engenharia de Transportes pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1977), e doutorado em Planejamento Territorial pela Universidade de Dortmund (1987). Atua na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em economia dos transportes, financiamento dos transportes, política de transportes, planejamento dos transportes e desenvolvimento regional. É coordenador do Projeto Corredores Econômicos, financiado pelo FNDCT/CNPq,

**Paulo José Pessoa de Jesus / paulopessoabsb@gmail.com**

Empresário, Consultor, Palestrante, Instrutor e Pesquisador Visitante do CNPq. Graduado em Gestão de Negócios Imobiliários e Comércio Exterior. MBA em Engenharia Econômica. Trabalhos recentes: Colaborador de pesquisas desenvolvidas por pesquisadores visitante da área de negócios do CNPq nos projetos Concepção de Porto-Indústria para Produção Offshore de Hidrogênio Verde e Corredores Econômicos como Estratégia de Investimento em Infraestrutura Viária.