

COORDENADOR:

Christiano Modesto Penna

UNIDADE ACADÊMICA:

FEAACS

Departamento/Outras vinculações:

Departamento de Teoria Econômica

INFORMAÇÕES SOBRE O PROJETO

Título:

Análise de Impacto Econômico e Ambiental de Infraestrutura Rodoviária no Brasil: Uma Abordagem Integrada Utilizando Modelos de Equilíbrio Geral

Grande área de conhecimento:

Economia

Resumo:

O projeto visa construir dois modelos econômicos complementares para avaliar o efeito da infraestrutura no Brasil: um modelo de Equilíbrio Geral Computável (CGE), fundamentado em uma Matriz de Contabilidade Social (MCS), e um modelo de Equilíbrio Geral Dinâmico Estocástico (DSGE).

Palavras-chave:

1ª:

DSGE

2ª:

CGE

3ª:

Modelos de Equilíbrio Geral

4ª:

Infraestrutura

Data de aprovação no Departamento:

13/06/2025

Aprovação no Comitê de Ética:

Não se aplica

* Em caso afirmativo, preencher os dois próximos campos.

Comitê de Ética ao qual o projeto foi aprovado:

-

Número do Protocolo de Aprovação:

-

Início da vigência do Projeto:

01/08/2025

Fim da vigência do Projeto:

01/06/2028

Bolsas:

Sim

Projeto financiado:

Sim

Em caso afirmativo

Recurso Financeiro (custeio e/ou capital):

Sim

Tipo de Financiamento:

Nacional

Financiamento por:

Agência de fomento

No caso de agência de fomento:

Outros (Especificar no campo abaixo)

Qual?

Fundação Getúlio Vargas

No caso de empresa:

Privada

Qual ?

Não

Valor dos Recursos Concedidos:

228.083,40

Desembolsos (destinar uma linha para cada ano/calendário entre o início e o fim da vigência):

6 parcelas trimestrais de R\$ 38.013,90



Documento assinado eletronicamente por **CHRISTIANO MODESTO PENNA, Chefe de Departamento**, em 18/06/2025, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufc.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5675557** e o código CRC **BA1C6EE2**.

Análise de Impacto Econômico e Ambiental de Infraestrutura Rodoviária no Brasil: Uma Abordagem Integrada Utilizando Modelos de Equilíbrio Geral

Christiano Modesto Penna

PROJETO DE PESQUISA

Fundação de Apoio à Ciência, Cultura, Estudos e Pesquisas (FACEP)

Em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Fortaleza, 2025

Introdução:

O Paradoxo da Conectividade Brasileira

Imagine um país onde uma carga de soja percorre 2.000 quilômetros de Sorriso, no Mato Grosso, até o Porto de Santos, enfrentando estradas esburacadas, pedágios caros e congestionamentos que podem adicionar dias à viagem. Agora imagine que essa mesma carga, ao chegar ao destino, contribui para que o Brasil seja o maior exportador mundial do grão, movimentando US\$ 50 bilhões anuais. Este é o paradoxo brasileiro: uma potência agrícola global que depende de uma infraestrutura rodoviária que, muitas vezes, mais atrapalha do que ajuda. Imagine um país onde uma carga de soja percorre 2.000 quilômetros de Sorriso, no Mato Grosso, até o Porto de Santos, enfrentando estradas esburacadas, pedágios caros e congestionamentos que podem adicionar dias à viagem. Agora imagine que essa mesma carga, ao chegar ao destino, contribui para que o Brasil seja o maior exportador mundial do grão, movimentando US\$ 50 bilhões anuais. Este é o paradoxo brasileiro: uma potência agrícola global que depende de uma infraestrutura rodoviária que, muitas vezes, mais atrapalha do que ajuda.

Com a quarta maior malha rodoviária do mundo, abrangendo mais de 1,7 milhão de quilômetros, o Brasil enfrenta um desafio estrutural: apenas 12% dessas vias são

pavimentadas, um percentual inferior ao de países como Chile (23%) e Argentina (30%) (IBGE). Essa deficiência se traduz em custos logísticos que consomem 12,3% do PIB nacional, contra 7,8% nos Estados Unidos, comprometendo a competitividade de uma economia que depende das rodovias para transportar 60% de suas mercadorias (CNT).

Além da dimensão econômica, as estradas brasileiras carregam um dilema ambiental. O setor de transportes é responsável por 20% das emissões nacionais de gases de efeito estufa, sendo o segundo maior emissor após a agropecuária (MCTI). Com o compromisso de reduzir as emissões em 50% até 2030, conforme o Acordo de Paris, cada novo quilômetro de asfalto representa uma escolha crítica entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental.

Esse desafio é agravado pelas desigualdades regionais. Enquanto São Paulo possui 1,8 km de rodovias pavimentadas por km², estados como Roraima têm apenas 0,02 km/km² — uma disparidade de quase 90 vezes (DNIT). Essas diferenças perpetuam desequilíbrios regionais, mantendo áreas menos conectadas em ciclos de marginalização econômica. O déficit de US\$ 340 bilhões em infraestrutura de transporte, aliado à pressão internacional por ações climáticas, torna urgente uma abordagem que equilibre crescimento, equidade e sustentabilidade.

Este projeto nasce da convicção de que uma análise integrada é essencial para enfrentar esses desafios. Utilizando modelos de Equilíbrio Geral Computável (CGE) e Dinâmico Estocástico (DSGE), buscamos desenvolver ferramentas analíticas que iluminem os trade-offs entre esses objetivos, orientando políticas públicas baseadas em evidências. Na próxima seção, exploraremos por que essa abordagem é tão necessária no contexto atual.

1 A Urgência de uma Abordagem Integrada

Os desafios apresentados na introdução — ineficiência logística, compromissos climáticos e desigualdades regionais — convergem para criar uma janela única de oportunidade para repensar os investimentos em infraestrutura rodoviária no Brasil. Três fatores reforçam essa urgência.

Primeiro, o cenário fiscal. Após anos de restrições orçamentárias, o Brasil busca retomar investimentos públicos sem comprometer a sustentabilidade fiscal. Iniciativas como o Novo Marco do Saneamento e concessões rodoviárias sinalizam um novo paradigma, com ênfase em parcerias público-privadas (Ministério da Infraestrutura). Assim, ferramentas analíticas que avaliem o retorno social e ambiental desses investimentos são cruciais para otimizar recursos escassos.

Segundo, os compromissos climáticos. As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil exigem transformações no setor de transportes, como a eletrificação de frotas e a criação de corredores verdes (MMA). Cada decisão de investimento deve ser avaliada à luz dessas metas, equilibrando crescimento econômico com a redução de emissões.

Terceiro, a pressão por equidade regional. A pandemia de COVID-19 expôs as vulnerabilidades de regiões isoladas, onde a falta de conectividade dificultou o acesso a serviços básicos e programas como o auxílio emergencial. Investimentos em infraestrutura podem promover inclusão social, mas exigem planejamento estratégico para maximizar benefícios distributivos.

A literatura internacional oferece exemplos inspiradores. O Green Deal da União Europeia integra sustentabilidade e crescimento econômico (European Commission), enquanto a Belt and Road Initiative da China utiliza modelos econômicos avançados para planejar investimentos ([BRI](<https://www.beltandroad.gov.cn>)). No Brasil, porém, as análises permanecem fragmentadas: estudos econômicos focam no crescimento, análises ambientais nas emissões, e avaliações regionais na distribuição de benefícios, raramente convergindo em uma visão unificada. Essa fragmentação leva a políticas subótimas, onde ganhos em uma dimensão podem ser anulados por perdas em outra.

Diante dessa necessidade, definimos os objetivos do projeto na seção seguinte, delineando como construiremos pontes analíticas para superar essas limitações.

2 Objetivos: Construindo Pontes Analíticas

Nosso objetivo central é desenvolver e aplicar modelos integrados de equilíbrio geral que capturem simultaneamente os impactos econômicos, regionais e ambientais dos investimentos em infraestrutura rodoviária no Brasil. Queremos responder a perguntas fundamentais: como maximizar retornos econômicos sem comprometer metas climáticas? Quais regiões priorizar para promover crescimento e equidade? Como diferentes mecanismos de financiamento afetam a distribuição social dos benefícios?

Para isso, estruturamos cinco objetivos interconectados. Primeiro, desenvolveremos modelos CGE e DSGE multi-regionais, representando os 27 estados brasileiros e o Distrito Federal com inovações como um módulo climático baseado nas diretrizes do IPCC, uma matriz de transporte inter-regional e um sistema de heterogeneidade familiar para capturar impactos distributivos. Segundo, calibraremos esses modelos com dados robustos do IBGE, DNIT e SIRENE, utilizando técnicas de estimação bayesiana e testes de robustez. Terceiro, simularemos cenários contrafactuais, como expansão acelerada de infraestrutura e precificação de carbono, avaliando métricas como PIB, empregos, emissões e convergência regional. Quarto, analisaremos a distribuição dos benefícios entre regiões, setores e classes de renda, identificando políticas compensatórias. Quinto, traduziremos os resultados em ferramentas práticas, como um simulador online e publicações em revistas de alto impacto.

Esses objetivos nos permitirão avançar o estado da arte em modelagem econômica e oferecer instrumentos concretos para decisões informadas. Para embasar essa abordagem, a revisão da literatura a seguir mapeia o conhecimento existente e identifica lacunas que este projeto busca preencher.

3 Revisão de Literatura: Mapeando o Conhecimento Existente

A literatura sobre infraestrutura rodoviária reflete uma evolução de perspectivas, desde os impactos econômicos até a integração de dimensões ambientais e sociais. Estudos pioneiros,

como Aschauer (1989), estabeleceram a infraestrutura como motor de produtividade, embora estimativas posteriores tenham refinado as magnitudes dos efeitos.

A literatura internacional mais recente oferece evidências robustas sobre os canais através dos quais a infraestrutura rodoviária impacta a economia. Donaldson (2018) demonstrou que melhorias no transporte na Índia colonial geraram ganhos substanciais de bem-estar através da redução de custos comerciais. Para rodovias especificamente, Duranton e Turner (2012) encontraram uma forte relação entre quilometragem rodoviária e crescimento urbano nos Estados Unidos, enquanto Baum-Snow (2007) documenta como autoestradas contribuíram para transformações urbanas.

No contexto dos países em desenvolvimento, Banerjee et al. (2020) oferecem evidências causais de que melhorias rodoviárias na China aumentaram significativamente o PIB local. Estudos similares na Índia [Asturias et al. (2019)] e na Espanha [Costas-Pérez et al. (2021)] confirmam a importância da infraestrutura de transporte para o desenvolvimento econômico.

No Brasil, a tradição de pesquisa em infraestrutura possui contribuições metodológicas importantes. Ferreira (1996) foi pioneiro em demonstrar a relação entre investimento em infraestrutura e crescimento da produtividade no país. Ferreira e Malliagros (1998) refinaram essas estimativas, encontrando retornos sociais significativos para investimentos em transporte.

A escola brasileira de modelagem CGE, liderada por Eduardo Haddad na USP, produziu contribuições reconhecidas internacionalmente. Haddad et al. (2010) desenvolveram um modelo espacial CGE integrado com redes de transporte para analisar melhorias portuárias, demonstrando heterogeneidade regional significativa nos impactos. Domingues e Haddad (2013) expandiram essa abordagem para rodovias, mostrando que investimentos em conectividade inter-regional geram spillovers positivos substanciais.

Estudos mais recentes utilizando microdados oferecem evidências granulares sobre os mecanismos de impacto. Silva et al. (2016) analisam os efeitos da duplicação de rodovias federais sobre indicadores municipais, encontrando efeitos positivos mensuráveis sobre desenvolvimento local. Já Reis et al. (2019) documentam que melhorias rodoviárias

podem reduzir a migração rural-urbana ao aumentar a produtividade agrícola local.

A integração da dimensão ambiental nos estudos de infraestrutura é mais recente, mas tem ganhado importância com a urgência climática global. O setor de transportes responde por aproximadamente 24% das emissões globais de CO₂ relacionadas à energia [IEA (2019)], criando um dilema entre conectividade e sustentabilidade.

No Brasil, Magalhães e Domingues (2013) utilizaram um modelo CGE nacional para analisar os efeitos distributivos de uma taxa de carbono, encontrando efeitos regressivos no curto prazo que poderiam ser mitigados através de políticas compensatórias. Grottera et al. (2020) expandiram essa análise para uma perspectiva multi-regional, demonstrando que políticas de precificação de carbono podem gerar benefícios quando acompanhadas de reformas adequadas.

A aplicação de modelos DSGE para análise de infraestrutura é ainda incipiente, mas promissora. Shultz e Lavrinenko (2020) foram pioneiros em utilizar um modelo DSGE para avaliar políticas de transporte, demonstrando que a consideração de expectativas pode alterar significativamente as estimativas de impacto. Leeper et al. (2010) mostram que multiplicadores fiscais para infraestrutura podem variar substancialmente dependendo do horizonte temporal e das expectativas de financiamento.

Posto isso, nossa revisão identifica três lacunas principais na literatura existente. Primeira, a fragmentação analítica: embora existam estudos robustos sobre impactos econômicos e análises separadas de políticas climáticas, há carência de trabalhos que integrem essas dimensões organicamente. Segunda, a limitação temporal: a maior parte dos estudos brasileiros utiliza modelos estáticos, que não capturam adequadamente as dinâmicas intertemporais de investimentos de longo prazo. Terceira, a granularidade limitada: poucos estudos capturam simultaneamente variações espaciais, setoriais e sociais dos impactos em um país com as dimensões do Brasil.

Essas lacunas representam a oportunidade que motiva este projeto, como detalhado na metodologia a seguir.

4 Metodologia: Construindo Ferramentas Complexas

Para alcançar nossos objetivos, desenvolveremos dois modelos complementares: um CGE multi-regional e um DSGE ambiental, integrados para oferecer uma análise abrangente dos impactos de infraestrutura rodoviária.

4.1 Modelo CGE Multi-Regional

O modelo CGE constituirá a base de nossa análise estrutural, representando os 27 estados brasileiros e o Distrito Federal com 68 setores produtivos compatíveis com a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do IBGE. Cada região será caracterizada por sua estrutura produtiva específica, padrões de comércio inter-regional, e dotação de fatores de produção.

Buscaremos incluir classes de renda familiar por região, baseadas na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), para capturar impactos distributivos detalhados. Uma matriz de transporte inter-regional será calibrada com dados do Sistema Nacional de Viação (SNV) do DNIT, permitindo simular como melhorias específicas na infraestrutura rodoviária reduzem custos de transporte e facilitam o comércio inter-regional.

O módulo climático será baseado nas diretrizes do IPCC, com cada setor e região tendo fatores de emissão específicos calculados a partir da matriz energética local e das tecnologias predominantes. Dados do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) fornecerão a base empírica para calibração.

4.2 Modelo DSGE

O modelo DSGE complementarará o CGE capturando dinâmicas temporais e estocásticas, estruturado como uma economia pequena e aberta seguindo a tradição Novo-Keynesiana. O modelo incorporará fricções nominais e reais que permitem analisar tanto flutuações de curto prazo quanto tendências de longo prazo.

A infraestrutura será modelada explicitamente como um insumo produtivo que gera spillovers para outros setores. O estoque de infraestrutura evoluirá de acordo com uma lei de movimento que incorpora depreciação, novos investimentos e efeitos de qualidade.

Choques estocásticos relacionados a eventos climáticos extremos serão incluídos para analisar como a infraestrutura contribui para a resiliência econômica.

4.3 Integração Metodológica

A integração CGE-DSGE seguirá uma abordagem iterativa onde os resultados de longo prazo do DSGE informam as projeções do CGE, enquanto a riqueza setorial e regional do CGE oferece parâmetros de calibração para o DSGE. Técnicas de estimação bayesiana serão utilizadas para o DSGE com dados trimestrais do IBGE e Banco Central, enquanto algoritmos de otimização não-linear calibrarão o CGE.

Com essa metodologia robusta, exploraremos cenários que refletem as escolhas estratégicas do Brasil, como descrito a seguir.

5 Cenários e Simulações: Explorando Futuros Possíveis

Nossa estratégia de simulação foi organizada em três dimensões complementares — macroeconômica, climática e de financiamento — para capturar a complexidade das escolhas de política que o Brasil enfrenta.

5.1 Cenários Macroeconômicos

O **cenário base (business-as-usual)** assume continuidade das tendências recentes: crescimento do PIB de 2,5% ao ano, investimento público em infraestrutura de 1% do PIB, política monetária neutra com inflação convergindo para a meta, e ausência de políticas climáticas adicionais significativas. Este cenário serve como contrafactual para todas as demais simulações.

O **cenário de investimento acelerado** simula uma estratégia de crescimento baseada em infraestrutura, com aumento de 75% no investimento rodoviário (2025-2030), priorização de projetos com maior retorno social, financiamento através de títulos públicos de longo prazo, e coordenação com investimentos privados em logística.

O **cenário de restrição fiscal** reconhece limitações orçamentárias, mantendo o atual nível de investimento público mas priorizando projetos com maior relação benefício-custo, enfatizando parcerias público-privadas, otimizando a manutenção da malha existente, e utilizando tecnologias para gestão de tráfego.

5.2 Cenários Climáticos

A **precificação de carbono gradual** simula implementação de um sistema nacional específico para transportes: taxa de US\$ 20/tCO₂ (2026-2028) aplicada a combustíveis fósseis para transporte rodoviário de cargas, expansão para US\$ 35/tCO₂ (2029-2032) incluindo transporte de passageiros, e convergência para US\$ 50/tCO₂ (2033+) alinhada com benchmarks internacionais. A receita será reciclada através de redução de impostos sobre trabalho, transferências direcionadas para famílias de baixa renda, ou investimentos em infraestrutura verde.

O **cenário de infraestrutura verde acelerada** simula uma transição energética ambiciosa: eletrificação de 40% da frota de caminhões até 2035, investimentos em postos de recarga em corredores rodoviários, subsídios para veículos comerciais elétricos, e integração com expansão da matriz energética renovável.

O **cenário de adaptação climática** considera a crescente frequência de eventos extremos: investimentos em infraestrutura resiliente a inundações, redundância em corredores críticos, sistemas de monitoramento e resposta emergencial, e integração com políticas de gestão de recursos hídricos.

5.3 Análise de Sensibilidade

Para cada cenário, conduziremos análises extensivas de sensibilidade variando parâmetros-chave: elasticidades econômicas (substituição entre fatores de produção, resposta do investimento privado, sensibilidade do comércio inter-regional a custos de transporte), parâmetros ambientais (fatores de emissão por tecnologia veicular, elasticidade da demanda de transporte ao preço dos combustíveis), e dinâmicas regionais (mobilidade de fatores entre regiões, spillovers de conhecimento, efeitos de aglomeração urbana).

Esses cenários informarão os resultados esperados, apresentados na seção seguinte.

6 Resultados Esperados: Construindo Evidências para Políticas

Nossa análise antecipa resultados que transcendem estimativas pontuais, oferecendo insights sobre mecanismos causais e trade-offs fundamentais para a formulação de políticas públicas.

6.1 Impactos Econômicos: Evidências dos Multiplicadores Brasileiros

Com base em evidências empíricas robustas para o Brasil, esperamos que investimentos em infraestrutura rodoviária gerem multiplicadores significativos tanto em produto quanto em emprego. Para o setor de construção — diretamente relacionado aos investimentos rodoviários — dados nacionais mostram multiplicador total de produto de 3,04, decomposto em: efeito direto (1,11), efeito indireto (0,71) e efeito renda (1,23).

Para o setor de transporte, armazenagem e correio — que se beneficia diretamente das melhorias rodoviárias — o multiplicador total de produto é de 3,34: efeito direto (1,16), indireto (0,68) e renda (1,50). Esses multiplicadores indicam que cada real investido gera retorno superior a três reais na economia.

Em termos de emprego, os efeitos são ainda mais pronunciados. O setor de construção apresenta multiplicador total de 33,25 empregos por milhão de reais investidos, distribuído em: efeito direto (15,10), indireto (6,14) e renda (12,01). O setor de transporte gera 31,77 empregos por milhão investido: direto (10,80), indireto (6,27) e renda (14,70).

Esperamos que esses multiplicadores apresentem heterogeneidade regional significativa, com efeitos mais pronunciados em regiões menos conectadas do Norte e Nordeste, onde a infraestrutura é mais escassa e os benefícios marginais maiores.

6.2 Competitividade e Custos Logísticos

A redução nos custos de transporte pode melhorar substancialmente a competitividade de produtos brasileiros no mercado internacional. Estimamos potencial de redução de 8-15% nos custos logísticos, com benefícios concentrados em commodities agrícolas e minerais que dependem criticamente do transporte rodoviário para alcançar portos de exportação.

Essa melhoria na competitividade pode gerar efeitos multiplicadores adicionais através do aumento das exportações, criação de empregos em setores exportadores, e melhoria nos termos de troca do país.

6.3 Dinâmicas Ambientais

Antecipamos um padrão temporal específico para as emissões: aumento inicial de 5-8% durante a fase de construção devido às atividades intensivas em energia, seguido de redução de 10-15% no longo prazo devido à maior eficiência energética, redução de congestionamentos, e melhoria na qualidade das vias.

A implementação simultânea de políticas de precificação de carbono pode acelerar significativamente a adoção de tecnologias limpas, potencializando reduções de emissões para 20-30%. Co-benefícios incluem melhorias na qualidade do ar urbano e redução de poluição sonora, especialmente relevantes em corredores que atravessam grandes cidades.

6.4 Distribuição Social dos Benefícios

A análise distributiva revelará como os benefícios se distribuem entre diferentes grupos socioeconômicos. Famílias de baixa renda devem se beneficiar desproporcionalmente de reduções nos custos de transporte público e melhor acesso a serviços básicos como saúde e educação.

Comunidades rurais em regiões isoladas experimentarão os maiores ganhos relativos de bem-estar através de melhor acesso a mercados para seus produtos e redução nos custos de insumos agrícolas. A conectividade aprimorada pode também aumentar a participação feminina no mercado de trabalho ao reduzir custos de transporte e facilitar acesso a

oportunidades de emprego.

Esperamos que investimentos direcionados possam contribuir para redução do coeficiente de Gini regional, especialmente se priorizarem conexões entre regiões periféricas e centros econômicos dinâmicos.

6.5 Contribuições Metodológicas

Seremos pioneiros na aplicação integrada de modelos CGE-DSGE para análise de infraestrutura no Brasil, criando uma metodologia replicável para outros países em desenvolvimento. O desenvolvimento de indicadores compostos que capturem simultaneamente eficiência econômica, equidade social e sustentabilidade ambiental representará contribuição importante para a literatura.

7 Cronograma Executivo:

O projeto será executado em 34 meses, estruturado para maximizar sinergias entre atividades e garantir checkpoints regulares de qualidade.

Tabela 1: Cronograma Sintético do Projeto

Etapa Principal	Ano 1 (2025)	Ano 2 (2026)	Ano 3 (2027)
Coleta e tratamento de dados	X	X	
Revisão bibliográfica sistemática	X		
Construção do modelo CGE	X	X	
Construção do modelo DSGE	X	X	
Calibração e validação	X	X	
Simulações de cenários		X	X
Análise de impactos distributivos		X	X
Redação de artigos acadêmicos		X	X
Disseminação de resultados			X

No primeiro ano, o foco será na construção das fundações: coleta e tratamento de bases de dados, revisão sistemática da literatura, e desenvolvimento das especificações iniciais dos modelos. No segundo ano, executaremos a calibração dos modelos, simulações principais, e desenvolvimento da versão beta do simulador. No terceiro ano, finalizaremos análises distributivas, completaremos o simulador, e nos concentraremos na disseminação

através de publicações em revistas como *Energy Economics*, *Transportation Research*, e *Regional Science and Urban Economics*.

8 Estrutura Orçamentária e Governança

O pagamento à FACEP será realizado de forma parcelada, iniciando com uma primeira parcela de R\$ 38.013,90, a ser efetuada após a assinatura do contrato. Posteriormente, serão pagas cinco parcelas trimestrais, cada uma de igual valor (R\$ 38.013,90), perfazendo o montante total de R\$ 228.083,40.

Para assegurar qualidade, implementaremos revisões trimestrais sistemáticas do progresso, validação externa de metodologias e resultados por especialistas independentes, e total transparência com disponibilização pública de códigos e dados, seguindo padrões internacionais de ciência aberta.

9 Impactos Antecipados: Além dos Resultados Acadêmicos

O projeto contribuirá significativamente para o avanço científico e o impacto em políticas públicas. Metodologicamente, a integração CGE-DSGE com módulos climáticos representa uma contribuição técnica importante, potencialmente inspirando aplicações em outros países em desenvolvimento.

Para políticas públicas, os modelos desenvolvidos podem ser incorporados aos processos de elaboração do Plano Plurianual (PPA) e do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), oferecendo um framework para análise ex-ante de investimentos considerando critérios econômicos, sociais e ambientais simultaneamente.

A capacitação de servidores públicos através de workshops e cursos, junto com o simulador acessível, ampliará significativamente o impacto prático da pesquisa. A metodologia documentada permitirá replicação em outros países da América Latina, potencializando o impacto regional.

10 Considerações Finais: Pavimentando o Futuro

Este projeto representa mais do que uma análise acadêmica — é uma ponte entre o presente e um futuro possível para o Brasil. Em um momento histórico em que o país busca crescer economicamente enquanto honra seus compromissos climáticos e reduz desigualdades regionais, oferecemos uma visão integrada que demonstra como esses objetivos podem ser compatíveis.

As rodovias brasileiras, como artérias que conectam nosso território continental, podem tanto impulsionar o desenvolvimento quanto perpetuar desigualdades, tanto facilitar o crescimento econômico quanto acelerar a degradação ambiental. O resultado depende fundamentalmente das escolhas que fazemos hoje — que projetos priorizar, como financiá-los, que políticas complementares implementar.

Os modelos CGE-DSGE que desenvolveremos não são meros exercícios acadêmicos, mas ferramentas práticas para uma tomada de decisão mais eficaz. Mais fundamentalmente, este projeto representa um investimento na capacidade analítica nacional. Em um mundo crescentemente complexo, países que dominam ferramentas sofisticadas de análise de políticas públicas possuem vantagens comparativas decisivas. Ao fortalecer essa capacidade no Brasil, contribuímos não apenas para melhores políticas de infraestrutura, mas para uma governança pública mais eficaz de forma geral.

O Brasil possui recursos naturais abundantes, uma economia diversificada e capital humano de alta qualidade. O que frequentemente falta são instrumentos para traduzir esse potencial em prosperidade amplamente compartilhada e ambientalmente sustentável. Este projeto busca contribuir para suprir essa lacuna, oferecendo tanto conhecimento quanto ferramentas para que o país realize plenamente suas possibilidades.

As decisões sobre infraestrutura tomadas hoje moldarão o Brasil das próximas décadas. É nossa responsabilidade assegurar que essas decisões sejam baseadas nas melhores evidências disponíveis — e este projeto pretende contribuir decisivamente para que isso aconteça.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Getúlio Vargas (FGV) pelo financiamento através do Termo de Parceria, e à Fundação de Apoio à Ciência, Cultura, Estudos e Pesquisas (FACEP) pela gestão executiva. Agradecemos também aos pesquisadores e instituições que contribuíram com comentários e sugestões durante o desenvolvimento desta proposta, enriquecendo significativamente nossa abordagem metodológica e conceitual.

Referências

Referências

- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200.
- Asturias, J., García-Santana, M., & Ramos, R. (2019). Competition and the welfare gains from transportation infrastructure: Evidence from the Golden Quadrilateral of India. *Journal of the European Economic Association*, 17(6), 1881-1940.
- Banerjee, A., Duflo, E., & Qian, N. (2020). On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. *Journal of Development Economics*, 145, 102442.
- Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization? *Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 775-805.
- Chitiga, M., Mabugu, R., & Maisonnave, H. (2016). Analyzing job creation effects of scaling up infrastructure spending in South Africa. *Development Southern Africa*, 33(2), 1-16.
- Costas-Pérez, E., Moral-Benito, E., & Solbes-Sánchez, J. (2021). The effects of transport infrastructure: Evidence from Spain's historical railway network. *Economic Journal*, 131(639), 2645-2680.

- Domingues, E. P., & Haddad, E. A. (2013). Sensitivity analysis in applied general equilibrium models: An empirical assessment for MERCOSUR Free Trade Areas. *Brazilian Review of Econometrics*, 33(1), 103-125.
- Donaldson, D. (2018). Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure. *American Economic Review*, 108(4-5), 899-934.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440.
- Ferreira, P. C. (1996). Investimento em infraestrutura no Brasil: Fatos estilizados e relações de longo prazo. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 26(2), 231-252.
- Ferreira, P. C., & Malliagos, T. G. (1998). Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil: 1950-95. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 28(2), 315-338.
- Grottera, C., Paltsev, S., & Gurgel, A. C. (2020). Distributional effects of carbon pricing in Brazil under the Paris Agreement. *Energy Economics*, 101, 105454.
- Haddad, E. A., Hewings, G. J. D., Perobelli, F. S., & Santos, R. A. C. (2010). Regional effects of port infrastructure: A spatial CGE application to Brazil. *International Regional Science Review*, 33(3), 239-263.
- International Energy Agency. (2019). *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2019*. IEA Publications.
- Leeper, E. M., Walker, T. B., & Yang, S. C. S. (2010). Government investment and fiscal stimulus. *Journal of Monetary Economics*, 57(8), 1000-1012.
- Magalhães, A. S., & Domingues, E. P. (2013). Blessing or curse: The distributional effects of emissions taxation in Brazil and their implications for climate policy. *Energy Economics*, 42, 187-205.
- Poumanyvong, P., & Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70(2), 434-444.

- Reis, E. J., Pimentel, E. A., Alvarenga, A. I., & Santos, M. C. H. (2019). Infrastructure and regional income distribution in Brazil. *Regional Studies*, 53(11), 1546-1558.
- Shultz, D. N., & Lavrinenko, P. A. (2020). Assessment of the economic impacts of reducing transportation costs based on DSGE modeling. *Studies on Russian Economic Development*, 31(5), 549-558.
- Silva, J. A., Almeida, E. S., & Oliveira, C. A. (2016). Infrastructure and economic development: Evidence from Brazilian federal highways. *Transportation Research Part A*, 94, 351-363.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
REITORIA
FACULDADE DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO ATUÁRIA E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE TEORIA ECONÔMICA

OFÍCIO 9/2025/DTE/FEAAC/REITORIA

Fortaleza, 17 de junho de 2025.

Ao Senhor
Carlos Adriano Santos Gomes Gordiano
Diretor da FEAAC
Avenida da Universidade, 2486, Benfica
60020-180 Fortaleza/CE

Assunto: Cadastro de projeto de pesquisa.

Senhor Carlos Adriano,

1. Tendo em vista a aprovação do projeto de pesquisa do professor e coordenador Christiano Modesto Penna pelo Colegiado do Departamento em 16/06/2025, encaminhamos o presente processo para os devidos fins.

Atenciosamente,

JACQUELINE FRANCO CAVALCANTE
Vice-chefe do DTE



Documento assinado eletronicamente por **JACQUELINE FRANCO CAVALCANTE, Professor do Magistério Superior**, em 18/06/2025, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufc.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5695139** e o código CRC **5765F429**.

Av da Universidade, 2431 - (85) 3366-7798
CEP 60020-180 - Fortaleza/CE - <http://ufc.br/>



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
DIRETORIA DA FEAAC**

DESPACHO

Fortaleza, 25 de junho de 2025.

Encaminhe-se o presente processo ao Departamento de Teoria Econômica, para ciência do interessado e providências, tendo em vista aprovação na 352ª reunião ordinária do Conselho Departamental da FEAAC, realizada em 24 de junho.

Para cadastro do projeto de pesquisa junto à PRPPG, seguir as orientações do [OFÍCIO CIRCULAR 1/2019/PRPPG/REITORIA](#).

Prof. Dr. Carlos Adriano Santos Gomes Gordiano
Diretor da FEAAC

Av. da Universidade, nº 2486 - Bairro Benfica, Fortaleza - CE, CEP 60020-180
Telefone: (85) 3366-7790 - E-mail: secfeaac@ufc.br - www.feaac.ufc.br



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ADRIANO SANTOS GOMES GORDIANO**, **Diretor (a)**, em 25/06/2025, às 15:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufc.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5707856** e o código CRC **BA2493B7**.

Referência: Processo nº 23067.033026/2025-21

SEI nº 5707856



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
REITORIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DESPACHO Nº 310/2025/PRPPG/REITORIA-UFC

Fortaleza, 26 de junho de 2025.

Encaminhe-se à Coordenadoria de Pesquisa (CPESQ/PRPPG) para a análise da demanda.

Elias Andrade de Freitas
Secretário Administrativo



Documento assinado eletronicamente por **ELIAS ANDRADE DE FREITAS, Secretário Administrativo**, em 26/06/2025, às 14:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufc.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5710785** e o código CRC **D7ABB2CB**.

Referência: Processo nº 23067.033026/2025-21

SEI nº 5710785

Av. Humberto Monte, s/n - Campus do Pici - Bloco 848 - CEP 60440-900 - Fortaleza/CE

Fone: (85) 3366-9943 / 3366-9942 - e-mail: prposufc@ufc.br - site: www.prppg.ufc.br



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PESQUISA/PRPPG**

DESPACHO Nº 75/2025/PRPPG/CPESQ/PRPPG/REITORIA-UFC

Fortaleza, 26 de junho de 2025

Interessado: **CHRISTIANO MODESTO PENNA**

Assunto: Referente ao projeto de pesquisa "Análise de Impacto Econômico e Ambiental de Infraestrutura Rodoviária no Brasil: Uma Abordagem Integrada Utilizando Modelos de Equilíbrio Geral"

Projeto cadastrado com sucesso no Sistema de Transparência de Projetos da PRPPG.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **SIDIANNY MARCYA LIMA CESAR DE SOUSA**, **Assistente em Administração**, em 26/06/2025, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufc.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5711407** e o código CRC **144798C0**.

Referência: Processo nº 23067.033026/2025-21

SEI nº 5711407

Av. Humberto Monte, s/n - Campus do Pici - Bloco 848 - CEP 60440-900 - Fortaleza/CE

Fone: (85) 3366-9943 / 3366-9942 - e-mail: prposufc@ufc.br - site: www.prppg.ufc.br