

Medindo os Efeitos Indiretos da Infraestrutura de Transporte na Amazônia

Arthur Bragança, Rafael Araújo, Juliano Assunção

Estruturas de transporte precárias são comumente consideradas como uma das maiores barreiras para a aceleração do crescimento econômico no Brasil. Devido à condição precária da maior parte das estradas e à ausência de outros modos de transporte, os fretes são extremamente altos, restringindo o comércio interno e reduzindo a competitividade dos produtores nacionais. Em resposta, o governo federal estabeleceu uma meta de implementar um vasto portfólio de projetos de infraestrutura de transporte na próxima década.

Não obstante, esse portfólio inclui a pavimentação de estradas e a construção de ferrovias na Amazônia, gerando receios de que com isso se estimule a degradação ambiental e aumente o desmatamento na maior floresta tropical do mundo. Identificar esses impactos e propor medidas para mitigá-los é, portanto, crítico para permitir que o Brasil melhore seu estoque de infraestrutura de transporte de forma sustentável. Contudo, da forma como são feitos atualmente, Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) e Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) - os dois instrumentos que delimitam a área de influência do empreendimento - não são transparentes quanto à metodologia utilizada para a delimitação da área de influência, especialmente, quando se trata da delimitação dos efeitos indiretos. Isto leva a identificação de áreas que não necessariamente refletem todos os efeitos que o projeto possa causar.¹ A identificação clara e fundamentada de efeitos indiretos, o monitoramento, a aplicação rigorosa da lei, entre outras medidas, podem ser mais bem direcionadas para mitigar esses riscos. Isso permitiria que o país melhorasse sua infraestrutura logística sem afetar negativamente o meio ambiente, como ocorreu historicamente.²

¹ Antonaccio, Luiza; Barros, Ana Cristina; Bragança, Arthur; Chiavari, Joana; Cozendey, Gabriel (2020). “A importância em aprimorar a definição e a delimitação da Área de Influência de projetos de infraestrutura”, Climate Policy Initiative.

² Araújo, Rafael; Assunção, Juliano; Bragança, Arthur (2020). “The Effects of Roads on Deforestation: A Market-Access Approach”, Climate Policy Initiative.

O Climate Policy Initiative/Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (CPI/PUC-Rio) provê aos formuladores de políticas públicas com um melhor entendimento do impacto completo do desenvolvimento de infraestrutura logística. Melhorias na infraestrutura de transporte têm o potencial de facilitar o comércio e aumentar a competitividade da agricultura do Brasil. Entretanto, custos reduzidos de transporte também irão afetar como e onde a agricultura é realizada. Estes são importantes efeitos indiretos quando se avalia projetos de infraestrutura logística. Este Whitepaper destaca a necessidade dos EVTEA e EIAs de projetos de infraestrutura logística incorporarem e identificarem adequadamente os efeitos indiretos que resultam de mudanças nos custos de transporte induzidos por melhorias. Ele descreve como uma combinação de ferramentas de geoprocessamento e análise estatística pode ser usada para identificar esses impactos e provê exemplos de sua importância.

O Desafio

Melhorias na infraestrutura de transporte são há tempos consideradas um pilar para promoção do crescimento econômico em países em desenvolvimento devido seu potencial para reduzir custos de transporte tanto internacionais como intranacionais.³ Não obstante, avaliar o custo ambiental e os benefícios econômicos de tais investimentos tem se provado difícil. A maior parte da literatura foca na relação entre proximidade de rodovias e resultados ambientais e/ou econômicos.⁴

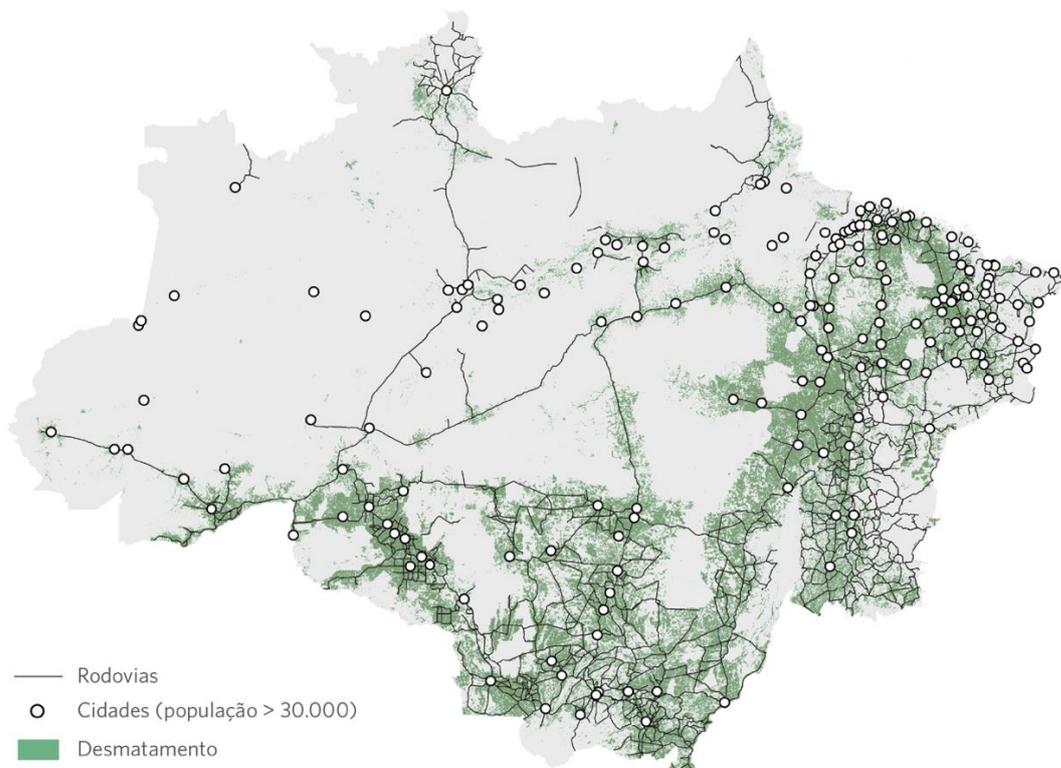
Os dados relativos a rodovias e desmatamento na Amazônia sugerem uma forte correlação entre estas variáveis (ver Figura 1). Entretanto, a direção de causalidade não é clara pois desmatamento pode atrair rodovias e porque tanto desmatamento quanto rodovias podem ser determinados por outras variáveis como o dinamismo econômico subjacente da região. Pesquisadores têm buscado lidar com essa questão

³ Limao, N., & Venables, A. J. (2001). "Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs, and trade". *The world bank economic review*, 15(3), 451-479; Atkin, D., & Donaldson, D. (2015). "Who's getting globalized? The size and implications of intra-national trade costs" (No. w21439). National Bureau of Economic Research; Costinot, A., & Donaldson, D. (2016). "How large are the gains from economic integration? Theory and Evidence from US agriculture, 1880-1997" (No. w22946). National Bureau of Economic Research; Donaldson, D., & Hornbeck, R. (2016). "Railroads and American economic growth: A "market access" approach". *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 799-858; Jedwab, R., & Storeygard, A. (2020). The average and heterogeneous effects of transportation investments: Evidence from Sub-Saharan Africa 1960-2010 (No. w27670). National Bureau of Economic Research.

⁴ Chomitz, K., & Gray, D. A. (1999). Roads, lands, markets, and deforestation: a spatial model of land use in Belize. The World Bank; Pfaff, A. S. (1999). "What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data". *Journal of environmental economics and management*, 37(1), 26-43; Pfaff, A., Robalino, J., Walker, R., Aldrich, S., Caldas, M., Reis, E., ... & Kirby, K. (2007). Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of regional Science*, 47(1), 10; Asher, S., Garg, T., & Novosad, P. (2020). The ecological impact of transportation infrastructure. *The Economic Journal*, 130(629), 1173-1199.

através do uso de distintas técnicas estatísticas com resultados tipicamente indicando que a proximidade de estradas de fato influencia o desmatamento.

Figura 1. Rodovias e Desmatamento



Notas: Essa figura apresenta dados sobre rodovias estaduais e federais, cidades – com população superior a 30,000 – e plota terra classificada como agricultura ou pasto.

Fonte: Climate Policy Initiative com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010; Ministério do Transporte, 2017; e o projeto Mapbiomas 4.1.

Todavia, essas estimativas ignoram que investimentos em infraestrutura logística podem influenciar resultados econômicos e, conseqüentemente, resultados ambientais localizados longe do investimento propriamente dito. De fato, esses investimentos para melhorar a infraestrutura logística podem influenciar produtores localizados em todas as regiões que, ao vivenciarem a redução dos custos de frete, ampliam sua produção, gerando pressão para conversão de florestas em pastagens ou lavouras e induzindo a migração para essas regiões, tanto direta quanto indiretamente, pelo aumento da demanda de trabalho. Isso efetivamente implica que, ao ignorar esses efeitos indiretos longe dos projetos, EVTEA e mesmo os EIAs de tais projetos irão subestimar seu custo ambiental total.

Portanto, o uso de estimativas de impactos ambientais como são definidas atualmente é extremamente problemático. Ele não só gera problemas na definição da viabilidade de um projeto, como também na definição de projetos prioritários e na implementação

de medidas mitigatórias. Primeiramente, ao ignorar custos econômicos indiretos, estudos de viabilidade baseados nestas estimativas tipicamente irão superestimar o retorno (social) de investimentos em infraestrutura logística. Além disso, ao ignorar a heterogeneidade desses custos indiretos em diferentes projetos, listas de projetos prioritários definidas baseadas nessas estimativas podem induzir à implementação de projetos potencialmente danosos. Finalmente, ao restringir a região na qual medidas de mitigação e compensação são implementadas, o EIA, que atualmente é o principal instrumento de avaliação de impacto ambiental, falhará em apresentar as formas de mitigação e compensação do dano ambiental total gerado por esses projetos de infraestrutura logística.

Recomendações para Políticas Públicas

- 1. Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) de projetos logísticos devem incorporar avaliações dos riscos ambientais indiretos de projetos de infraestrutura logística como forma de identificar preliminarmente a área de influência indireta desses empreendimentos e permitir discussões antecipadas sobre ações que evitem que esses impactos ocorram.**
- 2. Estudos de Impacto Ambiental (EIA) de projetos logísticos devem utilizar metodologias claras e robustas para identificar a área de influência direta e indireta como forma de permitir que medidas mitigatórias e compensatórias de impactos ambientais adversos sejam propostas para toda a área cuja dinâmica econômica, social e ambiental será afetada pela implementação do projeto de infraestrutura logística em questão.**

Abordagem de Acesso a Mercado

A construção de rodovias, ferrovias, ou hidrovias reduzem os custos de transporte para produtores rurais localizados nas regiões onde esses projetos são construídos. Isso pode induzir produtores rurais a expandirem sua produção, o que gera pressão para conversão de florestas em pastos ou áreas agrícolas, impulsiona movimentos migratórios entre trabalhadores, e aumenta salários.

Adicionalmente, investimentos em infraestruturas de transporte podem também possuir diversos efeitos indiretos em localidades além do alcance dos menores custos de transporte. Primeiramente, a migração e o aumento nos salários previamente mencionados irão aumentar os salários também em regiões não diretamente afetadas pelo projeto. Além disso, consumidores em regiões não diretamente afetadas pelo

projeto se beneficiam de reduções nos preços de bens produzidos em regiões diretamente afetadas. Finalmente, produtores em regiões não diretamente afetadas pelo projeto sofrem com um aumento de competição entre produtores de regiões diretamente afetadas.

A abordagem de acesso a mercado desenvolvida pelos pesquisadores Dave Donaldson e Richard Hornbeck⁵ permite analisar todos esses efeitos. Eles mostram que os diversos efeitos sobre produtores e consumidores em decorrência de mudanças na rede de transporte dependem de uma única medida de acessibilidade denominada “acesso a mercado”. Essa medida é consistente com vários modelos de comércio inter-regional e pode ser construída com informações sobre custos de transporte entre um município e todos os mercados relevantes (daqui em diante denominado como custos bilaterais de comércio).

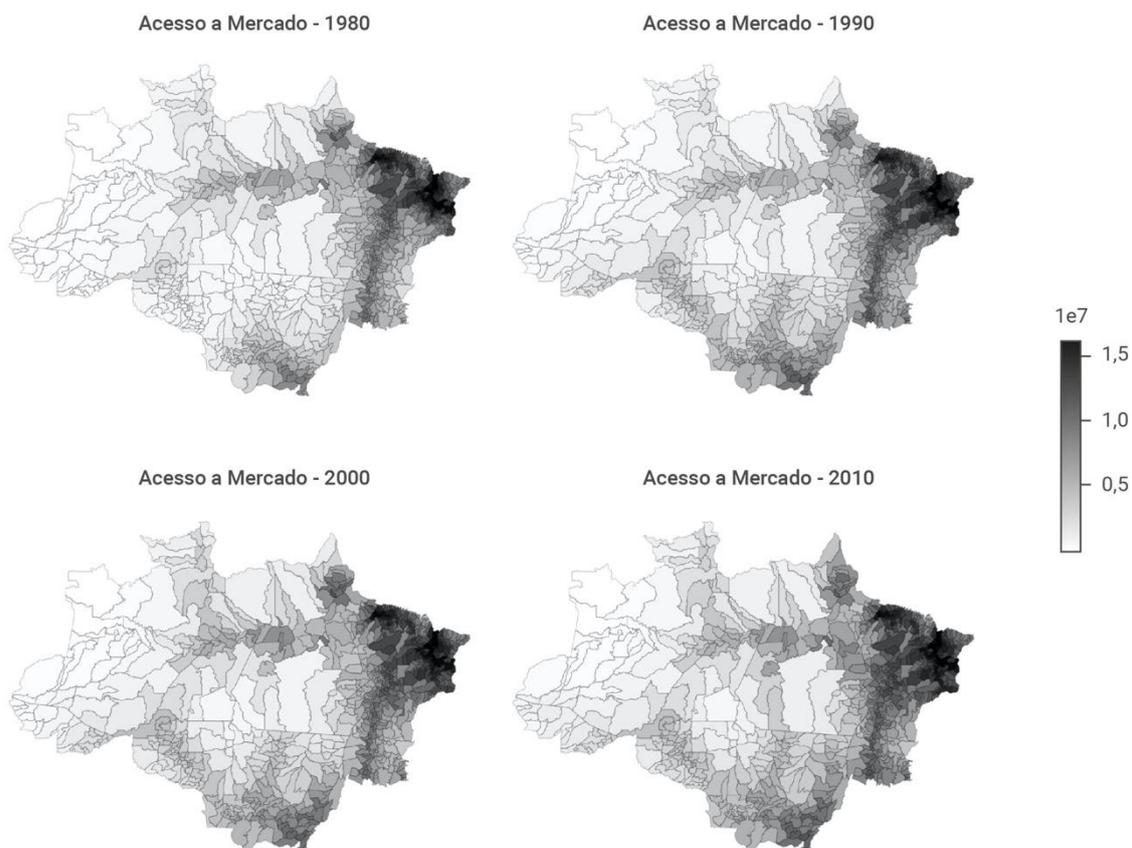
Em uma aplicação inovadora, pesquisadores do CPI/PUC-Rio adaptaram a abordagem de acesso a mercado para quantificar os efeitos da construção de uma rodovia, ferrovia, ou hidrovia sobre o meio ambiente. Essa metodologia se baseia em quatro passos, como descrito abaixo.

1. Em primeiro lugar, a análise identifica infraestruturas de transporte desenvolvidas ao longo do tempo para determinar custos bilaterais de comércio. Ferramentas de geoprocessamento são utilizadas para combinar informações acerca da evolução de custos bilaterais de transporte entre todos os municípios brasileiros e o porto mais próximo no período de 1980 – 2010.
2. Em segundo lugar, custos bilaterais de transporte são combinados com medidas de população no município para criar medidas de acesso a mercado em cada município. Municípios com um custo de transporte mais elevado possuem um menor acesso a mercado. A Figura 2 ilustra a evolução do acesso a mercado na Amazônia durante o período de 1980 – 2010. Os diferentes painéis mostram que a construção e/ou pavimentação de rodovias melhora consideravelmente o acesso a mercado de municípios vizinhos. Entretanto, é possível observar diversos outros municípios que ganham acesso a mercado e que não estão no entorno direto dos principais corredores de transporte. Isso reflete a capacidade da medida de acesso a mercado de somar múltiplas dimensões nas quais mudanças nos custos de transporte podem afetar o acesso a mercado dos municípios.

⁵ Donaldson, D. and Hornbeck, R. (2016). “Railroads and American Economic Growth: A “Market Access” Approach”, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 131(2), pp. 799-858.

3. Em terceiro lugar, esse modelo estima a resposta, ou elasticidade, da expansão agrícola a mudanças no acesso a mercado em municípios da Amazônia Legal combinando os dados de acesso a mercado com informações georreferenciadas sobre uso da terra no período de 1985 – 2018. Os resultados desse modelo mostram que um aumento de 1% no acesso a mercado aumenta o volume de desmatamento em 0,2 – 0,4%.
4. Em quarto lugar, mudanças na quantidade de terras destinadas a atividade agrícola revelam como mudanças no acesso a mercado influenciaram a cobertura florestal em municípios na Amazônia. Esse exercício considera que áreas não usadas em atividades agrícolas permanecem como vegetação nativa algo que – no contexto da Amazônia – significa que elas mantêm cobertura vegetal. No total, a análise encontra que mudanças na acessibilidade foram responsáveis por 34% do desmatamento observado entre 1990 – 2017.

Figura 2. Evolução do Acesso a Mercado em municípios da Amazônia Legal



Notas: Cada painel reporta o acesso a mercado em um dado ano com municípios mais escuros denotando maior acesso a mercado e municípios mais claros menor acesso a mercado. O acesso a mercado no município o é medido como $\sum_{o \neq d} \tau_{odt}^\theta N_{dt}$, onde τ_{odt} denota os custos bilaterais de comércio entre o município o e o destino d (outro município ou o porto mais próximo) no ano t , N_{dt} é a população do destino d (outro município ou o porto mais próximo) no ano t , e θ é a elasticidade do volume de comércio para custos de comércio ($\theta = 8$ seguindo a literatura). Essa medida não possui uma escala natural.

Fonte: Climate Policy Initiative com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010; Ministério do Transporte, 2017; e o projeto Mapbiomas 4.1.

Como o Brasil Pode Resolver esse Problema?

Discussão e Recomendações

1. A importância de efeitos indiretos vis-à-vis efeitos diretos

Incorporar efeitos indiretos desde o início do ciclo de projetos e sem considerar critérios exclusivamente geográficos pode adicionar complexidade para as diferentes fases dos projetos de infraestrutura logística. Portanto, uma questão relevante na discussão sobre sua incorporação no ciclo de vida de projetos de infraestrutura logística é a importância relativa aos efeitos diretos já incorporados nesse ciclo.

O exemplo da EF-170 (Ferrogrão) ajuda a ilustrar a importância relativa desses custos. Essa ferrovia irá conectar Sinop (Mato Grosso) à Itaituba (Pará). A ferrovia terá aproximadamente 1,000 km de extensão, correndo paralelamente à rodovia BR163 (Santarém – Cuiabá). Para reduzir o impacto ambiental do projeto, é desenhada para ter apenas duas estações, ambas no centro-norte do estado do Mato Grosso.

O custo de carbono direto do projeto provavelmente será pequeno já que a ferrovia terá poucas estações e irá correr paralela a uma rodovia já existente. De fato, como trens emitem menos carbono por unidade de carga do que caminhões, é estimado que o projeto irá reduzir emissões de carbono em 1,000,000 tCO_e.

Contudo, seu custo de carbono indireto é muito maior. Usando a abordagem de acesso a mercado delineada anteriormente, pesquisadores do CPI/PUC-Rio estimam que o projeto irá aumentar o desmatamento em aproximadamente 2,000 km², liberando mais de 60,000,000 tCO_e na atmosfera.⁶

Essa grande diferença entre os custos diretos e indiretos destaca a importância de incluir efeitos indiretos em avaliações do custo ambiental de projetos logísticos. Assim, é importante que tanto os EVTEA quanto os EIAs incluam e aprimorem a identificação desses impactos indiretos em seus trabalhos, como proposto pelas recomendações (1) e (2) desse Whitepaper.

⁶ Araújo, Rafael; Assunção, Juliano; Bragança, Arthur (2020). "The Environmental Impacts of the Ferrogrão Railroad: An Ex-Ante Evaluation of Deforestation Risks". Climate Policy Initiative.

2. O potencial de ferramentas de geoprocessamento

A incorporação dos impactos indiretos advindos de mudanças nos custos de transporte induzidas por esses investimentos nas avaliações ambientais só é possível em decorrência da crescente disponibilidade de ferramentas modernas de geoprocessamento. Essas ferramentas criaram a oportunidade para usar dados detalhados em infraestrutura logística e a economia geográfica para mapear os impactos de investimentos em infraestrutura de transporte.

Tecnologias de informação têm sido cada vez mais utilizadas para melhorar a formulação de políticas ao redor do mundo. Por exemplo, têm sido usadas para incentivar a entrega de extensão agrícola⁷ e monitorarem desmatamento.⁸ Os impactos de várias dessas iniciativas são consideráveis.⁹ Incorporar tecnologias modernas aos EVTEA e EIAs é outra dessas oportunidades.

Conclusão

O Brasil atualmente possui uma séria deficiência em infraestrutura logística com profundas implicações para sua competitividade agrícola. Na medida que o país amplia esforços para aumentar investimentos na sua infraestrutura de transporte, o impacto ambiental do desenvolvimento na Amazônia precisa ser completamente compreendido. Enquanto os impactos econômicos são reforçados entre investidores, atualmente, avaliações ambientais não identificam integralmente os efeitos indiretos de tais esforços. A ferramenta de acesso a mercado do CPI provê uma abordagem inovadora para medir o impacto amplo da infraestrutura logística na Amazônia. Para tanto, mudanças na delimitação da área de influência indireta precisam ser feitas de modo a evitar, mitigar e compensar totalmente os impactos destes projetos.

⁷ Aker, Jenny C., and Mbiti, Isaac M. (2010). "Mobile phones and economic development in Africa." *Journal of Economic Perspectives*, vol. 24(3), pp. 207-232. Fabregas, Raissa, Michael Kremer, and Schilbach, Frank (2019). "Realizing the potential of digital development: The case of agricultural advice." *Science*, vol. 366.6471.

⁸ Assunção, Juliano, Clarissa Gandour, and Romero Rocha (2019). "DETERring deforestation in the Brazilian Amazon: Environmental Monitoring and Law Enforcement." Climate Policy Initiative.

⁹ Jensen, Robert. "The digital provide: Information (technology), market performance, and welfare in the South Indian fisheries sector." *The quarterly journal of economics* 122.3 (2007): 879-924.

Sobre o CPI e o INPUT

O **Climate Policy Initiative (CPI)** é formado por um grupo de analistas e consultores que trabalham para aprimorar as políticas públicas mais relevantes de energia e uso da terra em diversos países. O CPI oferece conhecimento aplicado e soluções aos tomadores de decisão por meio de análises aprofundadas, a fim de auxiliar no aprimoramento do ambiente regulatório relevante para questões climáticas. No Brasil, o CPI tem uma parceria com o Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio).

A **Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT)** é composta por uma equipe de especialistas que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental. O INPUT visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil. O trabalho do INPUT é produzido pelo Climate Policy Initiative (CPI) e é financiado pela Children's Investment Fund Foundation (CIFF), Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI), Instituto Clima e Sociedade (iCS), e World Wildlife Foundation (WWF).

Arthur Bragança
Head of Policy Evaluation,
Sustainable Agriculture and
Infrastructure

Climate Policy Initiative (CPI) & Núcleo
de Avaliação de Políticas Climáticas da
PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio)
arthur.braganca@cpiglobal.org

Rafael Araújo
Assistant Analyst, Sustainable
Agriculture and Infrastructure

Climate Policy Initiative (CPI) & Núcleo
de Avaliação de Políticas Climáticas da
PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio)
rafael.araujo@cpiglobal.org

Juliano Assunção
Executive Director

Climate Policy Initiative (CPI) & Núcleo
de Avaliação de Políticas Climáticas da
PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio)
Departamento de Economia, PUC-Rio
juliano.assuncao@cpiglobal.org

Citação Sugerida: BRAGANÇA, Arthur; ARAÚJO, Rafael; ASSUNÇÃO, Juliano. Whitepaper. Medindo os Efeitos Indiretos da Infraestrutura de Transporte na Amazônia. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.