

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA, CONTABILIDADE E GESTÃO
PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO - MESP

Márcia Catarina David

AVALIAÇÃO DE IMPACTO DA CONCESSÃO DE RODOVIAS E SEUS EFEITOS
SOBRE A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES E DE FOCOS DE QUEIMA NAS
PROXIMIDADES DAS RODOVIAS: O CASO DA BR-163 (ITIQUIRA-SINOP)

Brasília
2021

Márcia Catarina David

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO DA CONCESSÃO DE RODOVIAS E SEUS EFEITOS
SOBRE A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES E DE FOCOS DE QUEIMA NAS
PROXIMIDADES DAS RODOVIAS: O CASO DA BR-163 (ITIQUIRA-SINOP)**

Trabalho apresentado à Faculdade de Administração, Economia, Contabilidade e Gestão Pública da Universidade de Brasília como pré-requisito para obtenção do título de mestre, na área de Economia do Setor Público.

Orientada por: Prof.^a Maria Eduarda Tannuri-Pianto

Brasília

2021

[espaço reservado à ficha catalográfica]

Márcia Catarina David

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO DA CONCESSÃO DE RODOVIAS E SEUS EFEITOS
SOBRE A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES E DE FOCOS DE QUEIMA NAS
PROXIMIDADES DAS RODOVIAS: O CASO DA BR-163 (ITIQUIRA-SINOP)**

Trabalho apresentado à Faculdade de Administração,
Economia, Contabilidade e Gestão Pública da
Universidade de Brasília como pré-requisito para
obtenção do título de mestre, na área de Economia do
Setor Público.

BANCA EXAMINADORA

Ana Carolina Pereira Zoghbi

Arnaldo Mauerberg Jr.

Maria Eduarda Tannuri-Pianto

Brasília, 19 de julho de 2021.

RESUMO

Nas últimas décadas, o Brasil ampliou o número de rodovias federais concedidas à gestão da iniciativa privada. Porém, a avaliação de impacto destas concessões ainda é uma agenda em desenvolvimento. Este estudo avaliou o impacto dos primeiros anos da concessão federal da BR-163 (trecho Itiquira-Sinop, em Mato Grosso). Foi utilizado o método de diferenças em diferenças para a análise dos impactos sobre a ocorrência de acidentes e acidentes com mortes. Adicionalmente, e considerando que a rodovia está localizada na Amazônia Legal, avaliou-se o impacto da concessão sobre a ocorrência de focos de queima no entorno da rodovia. Os resultados principais indicaram a redução dos acidentes no 5º ano de operação da concessão. Não foram obtidos resultados estatísticos significantes para a redução de acidentes com mortes. Da mesma forma, não houve efeitos significantes sobre a ocorrência de focos de queima nas proximidades da rodovia.

Palavras-chave: concessões rodoviárias, acidentes de trânsito, focos de queima, diferenças em diferenças

ABSTRACT

Over the last decades, the number of Brazilian federal highways conceded to private operators has increased. However, the impact evaluation of these concessions is still an ongoing agenda. This work has evaluated the impact of the BR-163 highway concession (Itiquira-Sinop segment, in the state of Mato Grosso) along its first years. It was used the method of differences-in-differences for the analysis of the impacts on accidents and fatalities. Additionally, since the section of the BR-163 highway in focus is located in the Legal Amazon, the concession's impact on the occurrence of active fires near the highway were also analyzed. The mainly results showed a drop in highway accidents in the fifth year of the concession's operation. The results for traffic accident fatalities were not statistically significant. Similarly, there were no significant effects over the occurrence of active fires near the highway.

Keywords: highway concessions, traffic accidents, active fires, differences-in-differences

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro resumo das variáveis de estudo (Acidentes)

Tabela 2 - Acidentes: estatísticas descritivas por operador e grupos (A, B e C)

Tabela 3 – Quadro resumo das variáveis de estudo (Focos de queima)

Tabela 4 - Focos de queima: estatísticas descritivas por operador e grupos (A, B e C)

Tabela 5 - Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de Controle B)

Tabela 6 - Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de Controle B, 2014-2018)

Tabela 7 - Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de Controle C)

Tabela 8 - Acidentes: Teste de diferenças entre médias

Tabela 9 - Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de controle B)

Tabela 10 - Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de Controle B, 2014-2018)

Tabela 11 - Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de Controle C)

Tabela 12 - Focos de Queima: Teste de diferenças entre médias

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corredores logísticos do Arco Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS DA OPERAÇÃO E GESTÃO DAS RODOVIAS 13	
2.1. Avaliação de concessões e parcerias entre os setores público e privado.....	16
3. DADOS E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	19
3.1. Área de abrangência.....	19
3.2. Dados para análise sobre acidentes e acidentes com óbitos	20
3.3. Dados para análise sobre ocorrência de focos de queima nas proximidades das rodovias ...	25
4. METODOLOGIA	29
5. RESULTADOS E ANÁLISE	31
5.1. Número de acidentes e acidentes com óbitos	31
5.1.1. Estimação para acidentes com grupo de controle C.....	35
5.1.2. Acidentes: teste de diferença entre médias.....	37
5.2. Focos de queima.....	38
5.2.1. Incentivos econômicos	43
5.2.2. Estimação para focos de queima com grupo de controle C.....	45
5.2.3. Focos de queima: teste de diferença entre médias.....	47
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS	50
7. ANEXOS	56

1. INTRODUÇÃO

A malha rodoviária brasileira tem uma extensão de mais de 1,7 milhão de quilômetros. As estradas representam o principal modal de transporte de passageiros e carga no país, porém apenas 12,4% são pavimentadas. Nas estradas federais, que representam 7% da rede viária total, este percentual é significativamente maior, chegando a 54,3% das vias (CNT, 2020). Não obstante, problemas relacionados a deficiências no pavimento, deficiência de sinalização e falhas de geometria são sistematicamente relatados em pesquisa anual realizada pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2020). A implantação, operação e gestão ineficiente de uma estrutura viária pode resultar em graves problemas sociais, econômicos e ambientais.

De acordo com a OMS (2018), cerca de 1,3 milhão de pessoas morrem no mundo anualmente em decorrência de acidentes de trânsito. No Brasil, nos anos de 2010, a média anual de mortes no trânsito foi de 40.353 pessoas (MS, 2021). Em 2019, 5.332 pessoas morreram em acidentes ocorridos nas rodovias federais brasileiras (PRF, 2020). Em 2020, encerrou-se a primeira “Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, compromisso firmado na Assembleia Geral da Nações Unidas em que os países se comprometeram em reduzir pela metade o número global de mortes e lesões no trânsito entre 2011-2020. A segunda década começou com uma redução nas mortes por acidentes de cerca de 26% no Brasil (variação entre 2019 e 2011) e com a reafirmação da meta de redução de 50% das mortes no trânsito até 2030 (OMS, 2020).

Além dos problemas relacionados à segurança e saúde, questões ambientais também estão diretamente associadas à qualidade da implantação, operação e administração de estradas. A avaliação *ex ante* dos impactos ambientais de projetos de infraestrutura tornou-se um instrumento de política pública na maior parte dos países ((UNEP, 2018). No caso das estradas, os estudos de impacto ambiental e as análises acadêmicas sugerem impactos diversos como aumento da erosão, poluição, fragmentação de habitats, mortalidade de fauna e desmatamento (EPA,1994; KARLSON et al., 2014; JIAN E WU, 2019). No Brasil, onde rodovias cruzam grandes extensões territoriais, ecossistemas e biomas diversos, os impactos ambientais podem alcançar uma dimensão regional, agregando maior desafio às avaliações *ex ante* e *ex post* destas obras.

Nas últimas décadas, os governos ampliaram o número de contratos de concessão de rodovias públicas a agentes privados como estratégia para aperfeiçoar sua operação e gestão, e

melhorar seus resultados socioeconômicos e ambientais. Desde a década de 90, cerca de 1.193 projetos de estradas e rodovias foram implementados globalmente por meio de parcerias entre os setores público e privado, sendo a região da América Latina e Caribe aquela que teve a maior participação nos investimentos realizados (BANCO MUNDIAL, 2020). As restrições fiscais e o baixo nível do investimento público foram fatores que contribuíram para a proeminência do investimento privado no setor de infraestrutura. Chile, Colômbia e México foram os primeiros países a consolidar programas de parcerias com o setor privado para a implementação de projetos de infraestrutura (BANCO MUNDIAL, 2009).

No Brasil, o Programa de Concessões de Rodovias Federais foi criado em 1993, sendo desenvolvido em etapas, com a consolidação gradual de suas estruturas normativas e institucionais. Em 2001, foi criada a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, responsável pela regulação e supervisão das atividades de prestação de serviços e de exploração de infraestrutura rodoviária. Posteriormente, o Governo Federal editou a Lei nº 13.334, de 2016, que estabeleceu o Programa de Parcerias de Investimento - PPI, para ampliar e fortalecer as parcerias entre o setor público e setor privado nos projetos de infraestrutura e desestatização. Atualmente, encontram-se em implementação 22 contratos de concessões rodoviárias, perfazendo 10,3 mil quilômetros ou 8,5% da malha viária federal (ANTT, 2021).

O objetivo deste estudo é avançar na análise e compreensão dos impactos das concessões rodoviárias, considerando contextos regionais específicos e efeitos de natureza social e ambiental. O estudo avaliará o impacto dos anos iniciais da concessão da rodovia BR-163, trecho localizado entre os municípios de Itiquira e Sinop, no estado do Mato Grosso, na Amazônia Legal. Para isso, serão considerados três indicadores do impacto causado pela concessão: 1) o número anual de acidentes; 2) o número anual de acidentes com óbitos; 3) e o número anual de focos de queima ocorridos nas proximidades da rodovia. No Capítulo 2, será apresentada uma revisão da literatura recente referente a riscos e impactos da operação e gestão de estradas. No capítulo 3, estão os pressupostos metodológicos do trabalho como área de abrangência, base de dados e modelo econométrico. Nos capítulos 4 e 5 encontra-se a análise dos resultados e a conclusão do estudo, respectivamente.

2. AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS DA OPERAÇÃO E GESTÃO DAS RODOVIAS

Os fatores de risco associados à operação e gestão de estradas tem sido objeto de diferentes análises. Papadimitriou et al. (2019) produziram uma hierarquização de riscos de acidentes associados a infraestrutura viária, a partir da análise de 243 estudos de 75 publicações científicas. O resultado da análise indicou a existência de evidência literária consistente para um conjunto de fatores de risco associados ao volume de tráfego, deficiências do pavimento, clima (chuva e visibilidade) e geometria (deficiências em raio de curva, cruzamentos, intersecções e junções).

Outros estudos enfatizaram os fatores de risco associados ao comportamento dos indivíduos. Na Inglaterra, Rolison et al. (2018) conduziram um estudo para investigar as principais causas comportamentais associadas aos riscos de acidentes por gênero e idade. A partir de entrevistas realizadas com policiais e motoristas, além de consultas a registros oficiais, os autores definiram e examinaram, por meio de regressões de Poisson, um conjunto dos fatores de risco, em que se destacaram como significantes o uso de drogas e álcool, a falta de experiência, excesso de velocidade, a distração e a condição médica da população de motoristas.

No Brasil, Silva et al. (2018) investigaram a relação entre o consumo de bebidas alcoólicas e a ocorrência de acidentes, a partir da análise de fichas de pré-atendimento hospitalar em Petrolina. As autoras conduziram um estudo de regressão logística com a análise de variáveis sociodemográficas (idade e sexo), de características clínicas e comportamentais dos pacientes, além de variáveis associadas à ocorrência do evento como tempo de atendimento, dia e horário de sua ocorrência. Os resultados indicaram que a maioria das vítimas eram adultos jovens e homens, evidenciando ainda o uso de álcool em 11,4% do grupo analisado. Outro estudo, realizado em Brasília, utilizou um modelo probit para verificar o impacto da distração sobre a ocorrência de acidentes. A investigação verificou que fatores como uso de celular, fumar enquanto dirige e a presença de crianças no carro são significantes para a ocorrência de acidentes (SACHSIDA et al, 2004).

Alternativamente, outros autores abordaram os acidentes de trânsito em termos de sua espacialização, de fatores econômicos e populacionais. Wang et al. (2019) adotaram um modelo de regressão binomial negativa com efeitos espaciais para examinar a ocorrência de acidentes na área urbana de Xangai. Os autores identificaram relação positiva entre os acidentes e

características da rede de estradas, do fluxo do tráfego e da frota de veículos, por um lado; além dos aspectos socioeconômicos e de uso da terra, por outro. Sun et al. (2019) realizaram uma análise de fatores econômicos e populacionais para 31 províncias chinesas, com base em um modelo de efeitos fixos para um painel de 13 anos. Os autores encontraram relação negativa e significativa para PIB e investimento em tráfego, enquanto o aumento da população, da posse de veículos e dos quilômetros de rodovia por província se revelaram positivos e significantes para a ocorrência de acidentes.

Mudanças institucionais provocadas por alterações normativas, implementação de políticas e programas também têm sido objeto de estudos. Com o objetivo de avaliar a evolução das taxas de mortalidade após a implementação do Código de Trânsito Brasileiro - CTB de 1998 e da Lei Seca de 2008, Abreu et al. (2018) utilizaram um modelo de regressão linear segmentada para séries temporais para investigar a tendência das taxas de mortalidade no estado do Paraná no período de 1980-2014. Os autores concluíram que houve tendência de redução da mortalidade, mas principalmente no ano subsequente à edição do CTB. Andrade e Antunes (2019) analisaram, por meio de séries temporais interrompidas, a tendência no número de mortes e feridos em acidentes ocorridos em rodovias federais das 5 regiões do país, antes e depois da chamada “Década de Ações para Segurança no Trânsito” (2011 a 2020), evidenciando que houve redução na tendência de mortes e feridos por acidentes.

Não obstante a primazia das investigações relativas à ocorrência, prevenção e redução de acidentes de trânsito, o impacto da implantação, operação e gestão das rodovias sobre o meio ambiente também tem sido objeto de investigações. Para além das avaliações de impacto ambiental requeridas pelos órgãos ambientais na maior parte dos países, vários estudos têm se dedicado a examinar impactos ambientais específicos relacionados às rodovias.

Um tema de interesse - e particularmente associado a dinâmicas socioeconômicas e ambientais regionais - é a relação entre rodovias e incêndios florestais. Narayanaraj e Wimberly (2011) identificaram o efeito das estradas na cessação do fogo na Wenatchee National Forest, em Washington, por meio de uma regressão logística, em que se verificou que as áreas limites dos incêndios eram localizadas próximas das estradas, particularmente em regiões planas. Alternativamente, e ainda com o uso de regressão logística, os mesmos autores conduziram um estudo ampliado para as vizinhanças da Wenatchee National Forest, examinando o impacto de estradas florestais no padrão espacial de ignições causadas por relâmpago e ações humanas. Os autores constataram que o início dos incêndios relacionados a causas humanas estava

concentrado em áreas de alta densidade de estradas e próximas de florestas. De forma oposta, ignições causadas por relâmpagos estavam concentradas em áreas de baixa densidade de estradas, sem interface entre área urbana e área de florestas e de baixa densidade populacional (NARAYANARAJ e WIMBERLY, 2012).

Su et al. (2019) estudaram a ocorrência de incêndios florestais nas montanhas do nordeste da China. Os autores utilizaram modelos de regressão binomial negativa para estimar a ocorrência de focos de queima em relação a fatores meteorológicos, topográficos e de classificação de vegetação, além de fatores humanos como densidade de ferrovias, densidade de estradas, densidade populacional, proporção de assentamento e PIB. No caso chinês, prevaleceram fatores físicos e climáticos como os principais vetores causais para os incêndios florestais.

Em escala nacional, um modelo logístico para avaliação de fatores humanos associados ao início de incêndios florestais na Áustria considerou um conjunto de variáveis associadas às áreas urbanas, turísticas, agrícolas e florestais, além de áreas com alta densidade de estradas em regiões de florestas e ferrovias. No estudo, todos os fatores afetaram positiva e significativamente a ocorrência de incêndios florestais, mas a presença de estradas e as áreas turísticas foram os fatores mais relevantes (ARNDT et al., 2013).

No Brasil, o monitoramento das queimadas e dos incêndios florestais é realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, que divulga dados diários sobre a ocorrência de focos de queima na vegetação em todo o território nacional. Especificamente no bioma Amazônia, a relação entre incêndios florestais e desmatamento é um fenômeno caracterizado por estes sistemas de monitoramento que indicam a queimada como etapa final do processo de desmatamento, com o objetivo de supressão da biomassa no solo (INPE, 2019).

Da mesma forma, é conhecida a relação entre as estradas e a ocorrência de incêndios florestais. Na literatura, Kumar et al. (2013), por exemplo, investigaram a relação de proximidade entre focos de queima, estradas e vias fluviais na Amazônia brasileira, no período 2003-2010. Por meio da análise de imagens do sensor MODIS, a bordo dos satélites Terra e Acqua, os autores identificaram que entre 50% e 95% dos focos ativos detectados no período estavam a uma distância de 1 a 10 km das vias terrestres ou fluviais.

A literatura confirma, portanto, que a operação de estradas tem riscos e impactos com dimensões distintas. Para a segurança viária, aspectos locais como geografia e clima podem

afetar o desempenho das vias, assim como características do uso do solo. Fatores socioeconômicos e comportamentais convergem em diferentes estudos e determinam padrões que afetam a segurança do trânsito em distintas regiões e países. No que concerne aos impactos ambientais, estes também parecem depender de fatores diversos como socioeconômicos e climáticos, mas sua dimensão e consequências estão associados a contextos específicos das estradas como a presença ou não de florestas.

A literatura também destaca a importância das transformações institucionais para o melhor desempenho das estradas, sobretudo no que concerne à segurança viária. Um dos propósitos deste estudo é avaliar o impacto da mudança institucional promovida pela concessão da gestão das rodovias federais brasileiras à iniciativa privada.

2.1. Avaliação de concessões e parcerias entre os setores público e privado

A avaliação de impacto das concessões e parcerias público-privadas tem avançado, mas ainda é um campo a ser explorado, particularmente quando consideradas as dimensões sociais, econômicas e ambientais do projeto. Nos estudos existentes prevalece a avaliação de impacto relacionada à ocorrência de acidentes e fatalidades nas estradas como o indicador de referência para o desempenho social das concessões.

Rangel et al. (2012) investigaram o impacto das concessões com incentivos baseados em performance e implementadas entre 2002 e 2006, na Espanha. Os autores conduziram uma análise por meio de regressão binomial negativa, com incentivos como variável de interesse e controles relacionados a fluxo médio de tráfego, porcentagem de veículos de carga no fluxo de tráfego, número de pistas por segmento e operação da rodovia (pública ou privada). O estudo concluiu que rodovias com incentivos estão associados a menores taxas de acidentes, mortos e feridos.

Em outro estudo sobre as concessões na Espanha, Albalade e Bel-Piñana (2019) estimaram o efeito das concessões rodoviárias na Espanha, considerando um painel de 5 períodos (2008-2012) e utilizando regressões de poisson e binomial negativa, com efeitos fixos e aleatórios. Os autores avaliaram o impacto das concessões, considerando inclusive a heterogeneidade relacionada à alta e baixa qualidade de geometria das vias públicas e privadas. O estudo considerou um conjunto significativo de controles relacionados às pistas - rodovias localizadas em áreas interurbanas, número de pistas, percentual de veículos pesados na média

anual do tráfego diário; e variáveis no nível das províncias - PIB per capita, consumo per capita de álcool, idade média da frota de veículos, motoristas entre 20 e 29 anos, população em idade de dirigir abaixo de 80 anos e média de dias de chuva no ano. O trabalho identificou que as concessões estão associadas a um menor número de acidentes com vítimas e vítimas totais. Da mesma forma, as rodovias privadas com alta qualidade de geometria.

O impacto das concessões rodoviárias no Brasil foi recentemente estimado por Alves et al. (2020), que utilizaram informações de acidentes ocorridos em rodovias federais entre os anos de 2007 e 2017. O estudo abarcou 11 estados e 104 trechos de rodovias federais. Foi estimado um modelo de diferenças em diferenças com efeitos fixos para avaliação do impacto da concessão, dos anos de concessão, das concessões com incentivos de desempenho baseados em segurança, além de uma análise espacial para efeitos de vizinhança. Foram utilizados controles relacionados ao PIB per capita, à população ocupada, ao tamanho de população, clima e temperatura, além de variáveis geográficas (distância do segmento de estrada até à cidade mais próxima com 750 mil habitantes) e uma variável para o mês de maior colheita no ano.

Os resultados principais do estudo revelaram que a redução dos acidentes ocorreu a partir do 8º ano de implementação das concessões rodoviárias. A redução de mortos por acidentes foi significativa e ocorreu em 3 dos 10 anos examinados. Adicionalmente, rodovias com incentivos baseados em desempenho apresentaram melhor desempenho do que aquelas com contratos convencionais. Os autores não identificaram efeitos de spillovers das concessões em rodovias vizinhas.

Em termos de desempenho econômico, Fernandez e Lima (2020) examinaram os efeitos diretos e indiretos (efeitos de transbordo) das concessões rodoviárias do Rio Grande do Sul sobre o PIB per capita dos municípios do estado. Utilizando modelos de diferenças em diferenças, os autores regrediram o PIB per capita sobre o tempo de concessão das rodovias, adotando como covariadas o investimento público, o número de empresas municipais e a densidade demográfica. Utilizaram ainda o comparecimento eleitoral (proporção de votantes) como proxy para engajamento político e qualidade institucional, e dummies para o alinhamento político-ideológico entre prefeitos, governador e presidente para representar a convergência de preferências em relação à parceria público-privado. Os resultados do estudo indicaram uma relação positiva para PIB per capita e concessões para períodos de até 15 anos. Verificou-se uma relação negativa para concessões de mais de 20 anos e um efeito de transbordo também negativo para municípios vizinhos expostos por mais de 10 anos à concessão.

Alternativamente aos trabalhos já realizados, este trabalho tem o objetivo de avaliar a concessão da rodovia BR-163 no contexto de uma região florestal, a Amazônia Legal. Neste sentido, além dos indicadores de segurança de trânsito, adotados por Alves et al. (2020), será considerado um indicador de desempenho ambiental local da rodovia para avaliar se houve impacto da concessão sobre a ocorrência de focos de queima em seu entorno. O indicador é relevante, haja vista que a ocorrência de incêndios florestais é um dos principais problemas ambientais da Amazônia e, historicamente, as rodovias, por seus impactos regionais, são consideradas vetores de expansão da ocupação regional, do desmatamento e da ocorrência de incêndios florestais. Nesta avaliação, contudo, serão considerados apenas os impactos locais da operação e gestão da concessão, não sendo objeto do estudo os impactos regionais da implantação e operação da estrada.

Ademais, no que concerne à segurança de trânsito, o estudo buscará dar um passo adiante na avaliação de impacto das concessões rodoviárias, incorporando variáveis relacionados à condição do veículo e às características e comportamento do indivíduo, não abordados no estudo anteriormente realizado.

3. DADOS E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

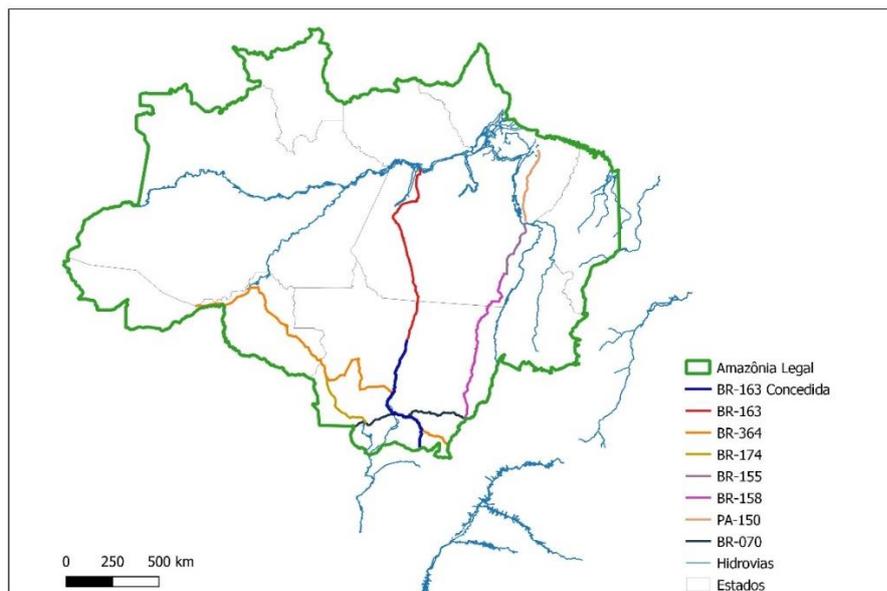
3.1. Área de abrangência

A área objeto do estudo compreende a BR-163 e um conjunto de rodovias federais que integram o complexo logístico de exportação de grãos da Região Norte.

A BR-163 tem 3.579km de extensão e atravessa as regiões Sul, Centro-Oeste e Norte do Brasil. Na Amazônia Legal, a rodovia tem cerca de 2.163 km de extensão, percorrendo 34 municípios dentro dos estados de Mato Grosso e Pará (até Santarém).

A BR-163 é a principal via terrestre de escoamento da produção no chamado Arco Norte, um complexo de corredores logísticos de exportação da Região Norte que, em 2018, respondeu por 29,5 % das exportações de grãos (ANTAQ, 2019) e que compreende três eixos principais: 1) o eixo Tapajós, formado pela BR-163 e pelos portos de Miritituba e Santarém, no Pará; 2) o eixo Madeira, integrado pelas rodovias BR-364 e BR-174 e pelas hidrovias dos rios Madeira e Amazonas até o porto de Santarém; e 3) o eixo Tocantins, que compreende um modal ferroviário e o modal rodoviário, que integra as rodovias federais BR-158 e BR-155 e a PA-150 até o porto de Barcarena (BANCO MUNDIAL, 2019).

Figura 1 – Corredores logísticos do Arco Norte



Fonte: Elaboração própria, a partir de *shapefiles* disponibilizados pelo Inpe e IBGE.

A rodovia também percorre área de elevada importância para a conservação ambiental, compreendida nos biomas Amazônia e Cerrado e suas respectivas áreas de transição. Por sua importância econômica e ambiental, a BR-163 tem sido objeto de constante planejamento e intervenção governamental. Em 2003, o governo federal lançou o Plano BR-163 Sustentável, que previa o licenciamento ambiental para a pavimentação da rodovia (trecho do norte Mato Grosso e Pará), somado a um conjunto de medidas socioeconômicas e ambientais de impacto regional. Em 2005, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama concedeu a licença ambiental prévia para a rodovia, cujo asfaltamento foi, posteriormente, objeto de sucessivas autorizações ambientais emitidas pelos órgãos de licenciamento federal e estadual.

Em 2014, o trecho da BR-163 localizado no sul do Mato Grosso, entre os municípios de Itiquira e Sinop, foi concedido à iniciativa privada por um período de 30 anos. Trata-se da primeira iniciativa de concessão de uma rodovia federal na Amazônia Legal, cujo contrato prevê a exploração do serviço público, com remuneração por tarifa de pedágio, mediante a prestação de serviços como assistência mecânica e médica, fiscalização do tráfego, serviços de segurança e combate aos incêndios florestais nas margens da rodovia, além da realização de obras como a duplicação de trechos da rodovia, sinalização e manutenção do pavimento.

3.2. Dados para análise sobre acidentes e acidentes com óbitos

No Brasil, as informações sobre acidentes de trânsito são sistematizadas pelo Ministério da Saúde - MS, por meio do portal Datasus, que registra o número anual de óbitos no trânsito por município. A segunda fonte de informação sobre acidentes de trânsito é proveniente da Polícia Rodoviária Federal – PRF, que disponibiliza informações anuais sobre acidentes ocorridos nas rodovias federais. Além das informações sobre o número de acidentes, mortos e feridos, o banco de dados da PRF informa o local de ocorrência (rodovia, quilômetro da rodovia, município e estado), entre outras informações.

Neste estudo, tendo em vista o interesse nas rodovias federais, foram utilizadas as informações da base de dados da PRF. Os dados foram selecionados para um painel bianual de 4 períodos, contemplando o ano de 2012, que é o ano anterior à implementação da concessão, e os anos de 2014, 2016 e 2018.

As informações foram coletadas para a BR-163, em Mato Grosso e no Pará, e para os trechos municipais das demais rodovias federais não concedidas inseridas nos corredores logísticos do Norte: 1) BR-364, de Mato Grosso até Porto Velho; 2) BR-158, de Mato Grosso até Redenção e entroncamento com a BR-155 até Marabá; 3) e os trechos da BR-174 e BR-070, no sul do Mato Grosso. A BR-155 foi federalizada no ano de 2010. Para este ano, os dados da rodovia foram obtidos de relatório publicado pela Secretaria Estadual de Segurança Pública do Pará (SSP/PA, 2011). O trecho do corredor logístico do Tapajós que vai de Marabá até Barcarena não foi incorporado à análise por se tratar de rodovia estadual (PA-150).

Foram definidas duas variáveis dependentes: 1) o número anual de acidentes ocorridos em cada trecho municipal das rodovias; e 2) o número anual de acidentes com mortes, também coletados por trecho municipal. Nos municípios da área concedida em que ocorre entroncamento da BR-163 com outras rodovias foram mantidas na análise apenas as informações para a BR-163. Nos demais municípios foi feito o somatório dos dados para as áreas de entroncamento. Foram descartados os acidentes ocorridos em km não concedido da BR.

Adicionalmente, foram escolhidas 07 variáveis independentes, todas agrupadas ao nível municipal. As variáveis PIB per capita e população ocupada são variáveis recorrentes na literatura sobre acidentes de trânsito e buscam refletir renda, adensamento populacional e fluxo de tráfego (ALVES et al., 2020; SUN et al., 2019; ALBALATE e BEL-PIÑANA, 2019). Neste trabalho, foram adotados os dados de população ocupada em trabalhos formais disponibilizados pelo Cadastro Central de Empresas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os dados sobre o PIB per capita a preços correntes foram recolhidos das Contas Nacionais do IBGE.

De acordo com a CNT (2020), prevalecem três tipos de operadores no transporte rodoviário: as empresas, as cooperativas e os transportadores autônomos. A variável número de empresas de exportação e importação foi definida com o objetivo de medir a maior ou menor presença de empresas associáveis a segmentos organizados do setor de transportes de cargas, o que poderia contribuir para a seleção de veículos mais seguros e condutores mais experientes. As informações são provenientes dos Cadastros de Empresas Exportadoras e Importadoras da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério da Economia - ME. O número de empresas foi definido de acordo com o número de pessoas jurídicas por município. Trata-se de uma variável

que busca ainda refletir características do fluxo regional de comércio, voltado para a importação de bens e insumos agrícolas e para a exportação de grãos.

Adicionalmente foi incorporada a população jovem estimada, com idade entre 20 e 29 anos, haja vista que as estatísticas indicam que, ao longo da década de 2010, 24% das mortes em acidentes de trânsito ocorreram entre pessoas nesta faixa etária (DATASUS, 2021).

Foi calculada ainda a idade da frota para os veículos inscritos a partir do ano 2000. A variável idade média da frota foi utilizada por Albalade e Bel-Piñana (2019) no estudo sobre o impacto das concessões espanholas e por Wang et al. (2019) no estudo realizado sobre a ocorrência de acidentes em Xangai. No Brasil, as informações sobre a frota nacional de veículos são disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Trânsito - Denatran. O banco de dados do Denatran registra o número de carros inscritos na frota brasileira desde 1900. Para a construção da variável, foi estabelecido o ano 2000 como ano de referência, assumindo-se, portanto, uma frota com veículos com a idade máxima de 18 anos. A idade média da frota foi calculada a partir da quantidade anual de veículos inscritos e do ano do modelo.

A análise também incorporou uma dummy para o estado de Mato Grosso, cujos municípios têm o maior PIB per capita dentre os municípios considerados no estudo; é o maior produtor-exportador de grãos da região e tem uma densa rede de estradas para o fluxo de comércio. O estado também tem um programa próprio de concessões estaduais, criado por lei estadual (LEI ESTADUAL Nº 8.264/2004).

Por fim, foram utilizadas as variáveis precipitação acumulada e temperatura média anual para mensurar o efeito de fenômenos climáticos sobre a probabilidade de ocorrência de acidentes. Foram utilizados os dados disponibilizados na plataforma BDQueimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe. Na Tabela 1 está o quadro resumo das variáveis de estudo.

As variáveis foram coletadas para 102 trechos rodoviários municipais: 67, no Mato Grosso; 18, no Pará; e 17, em Rondônia. A BR-163 tem 19 trechos municipais no percurso concedido. Para a implementação da análise estatística foram definidos três grupos de dados: 1) o grupo de tratamento A, que compreende os trechos municipais da BR-163 na área da concessão da rodovia; o grupo de controle B, que compreende os dados para as demais rodovias federais do corredor logístico do Norte, incluindo a área não concedida da BR-163 até

Santarém; e o grupo de controle C, que compreende apenas os trechos municipais não concedidos da BR-163.

Tabela 1 – Quadro resumo das variáveis de estudo (Acidentes)

Dependentes	Nº de acidentes por ano	
	Nº de acidentes com óbitos por ano	
Independentes	Socioeconômicas	PIB per capita
		População ocupada
		Nº de empresas de exportação e importação
		Idade da frota
	Político-administrativa	Localização no Estado Mato Grosso
	Demográfica	População Jovem entre 20 e 29 anos
	Climáticas	Temperatura média anual
		Precipitação acumulada anual

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 2 estão apresentadas as estatísticas descritivas para o conjunto de dados da avaliação. O número de observações é 408, considerando os grupos A e B; e 136, considerando os grupos A e C. A média para o número anual de acidentes no grupo de municípios da área concedida é de 4.16, enquanto nas áreas geridas pelo governo é de 2.31 para o grupo B e 2.17 para o grupo C. No caso dos acidentes com mortos, a maior média observada ocorre no grupo A (1.48). Em relação às variáveis independentes, destaca-se o PIB per capita médio e a população ocupada média, que indicam o maior dinamismo econômico dos municípios da área concedida no período examinado.

Tabela 2 - Acidentes: estatísticas descritivas por operador e grupos (A, B e C)

OPERADOR/ GRUPO	VARIÁVEIS	OBS.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Concessionário Grupo A	Nº de acidentes (log)	76	4.16	1.27	0	5.90
	Nº de acidentes c/ óbitos (log)	76	1.48	0.80	0	2.70
	PIB per capita	76	40244.40	23609.89	6849.02	104683.40
	População ocupada	76	25118.08	56756.65	272	262983
	Nº empresas exp./import.	76	19.51	29.12	0	146
	Idade média da frota	76	6.02	1.19	4.10	8.36
	População jovem	76	7599.67	12485.30	351	54469
	Precipitação acumulada	76	1461.21	237.49	805	2114
	Temperatura média	76	25.49	0.44	24.71	26.19
Governo Grupo B	Nº de acidentes (log)	332	2.31	1.88	0	6.78
	Nº de acidentes c/ óbitos (log)	332	0.78	0.87	0	3.55
	PIB per capita	332	26291.12	23193.34	4253.61	206666.60
	População ocupada	332	6745.50	18462.50	156	167669
	Nº empresas exp./import.	332	5.29	14.49	0	167
	Idade média da frota	332	6.12	1.35	2.87	9.37
	População jovem	332	3552.79	6808.32	196	51079
	Precipitação acumulada	332	1437.14	324.48	336	2324
	Temperatura média	332	25.55	0.88	23.45	28.18
Governo Grupo C	Nº de acidentes (log)	60	2.17	1.47	0	5.37
	Nº de acidentes c/ óbitos (log)	60	0.70	0.70	0	2.19
	PIB per capita	60	19277.71	11031.76	4253.61	47640.20
	População ocupada	60	6631.58	11499.58	156	43720
	Nº empresas exp./import.	60	3.86	6.86	0	28
	Idade média da frota	60	5.86	1.48	2.87	9.37
	População jovem	60	4637.43	6698.00	310	27740
	Precipitação acumulada	60	1715.06	392.43	600	2306
	Temperatura média	60	25.99	0.71	24.91	27.80

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da PRF, Denatran, IBGE, ME e Inpe.

3.3. Dados para análise sobre ocorrência de focos de queima nas proximidades das rodovias

O Inpe monitora a ocorrência diária de fogo na vegetação, a partir da análise de imagens de satélite que são geradas pelo sensor MODIS, à bordo do satélite de referência ACQUA. De acordo com o Inpe (2011), um foco de queima indica a ocorrência de fogo na vegetação em um pixel que varia de 1kmx1km (no centro da imagem) até 1kmx4km (nas bordas da imagem). Um foco de queima pode corresponder a uma ou várias queimas distintas. Uma das limitações da informação é o que o registro dos focos não faz distinção entre queimas (autorizadas nos imóveis rurais ou prescritas em áreas protegidas) e incêndios florestais.

Para construção da variável de estudo, considerou-se o critério de proximidade das rodovias. Os focos foram selecionados e contados, por meio do software para geoprocessamento, para as faixas laterais de 1km e 5km de distância das rodovias. A área definida é certamente mais ampla do que a área de atuação direta da concessionária. O estudo considerou, entretanto, três hipóteses: 1) a prevenção e combate a focos nas margens da rodovia levando a uma redução na propagação do fogo; 2) a possibilidade de atuação coordenada dos agentes na região levando à uma possível redução na ocorrência de focos; 3) mudanças nas expectativas e no comportamento dos agentes a partir da operação da concessão.

Em termos metodológicos, nos municípios da área concedida em que ocorre entroncamento da BR-163 com outras rodovias foram mantidas na análise apenas as informações de focos de queimas para a BR-163. Nos demais municípios foi feito o somatório dos dados para as áreas de entroncamento. Foram descartados os focos de queimas ocorridos em km não concedido da BR.

Adicionalmente, foram escolhidas 08 variáveis independentes, todas agrupadas ao nível municipal. As variáveis PIB per capita e população ocupada foram selecionadas como controles associados às características socioeconômicas da região. Da mesma forma, agricultura e pecuária, que são temas recorrentes na literatura sobre desmatamento na Amazônia (RIVERO et al., 2009; PELLEZZI et al., 2020), foram selecionadas como duas variáveis específicas: participação anual do município na agricultura da região de estudo (área anual plantada no município/área anual total da região); e participação anual do município na pecuária da região de estudo (efetivo anual do rebanho bovino no município/ efetivo anual total da região). As informações foram coletadas da Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM e da Produção Agrícola Municipal - PAM, ambas realizadas pelo IBGE.

Tendo em vista a presença expressiva de terras públicas na Amazônia Legal, buscou-se uma variável para representar as terras públicas não destinadas. Foram consideradas as áreas arrecadadas e não destinadas, georreferenciadas e registradas no Cadastro Nacional de Florestas Públicas - CNFP, cujas informações são disponibilizadas pelo Serviço Florestal Brasileiro – SFB. As terras arrecadadas são aquelas registradas em nome dos entes federativos, sendo que o processo de georreferenciamento destas áreas é relativamente recente. As terras arrecadadas são registradas como glebas públicas que podem estar parcialmente localizadas em diferentes municípios. Para a construção da variável no nível municipal, foi realizada a interseção dos polígonos dos municípios da área de estudo com os polígonos das glebas, com o suporte de software para geoprocessamento. É importante destacar que a variável constitui um esforço de análise estatística das áreas não destinadas, mas possui limites referentes às terras públicas não destinadas e não cadastradas no CNFP.

Dado que a literatura informa que existe forte associação entre o desmatamento e a ocorrência de incêndios na Amazônia foi incorporada uma variável de extensão do desmatamento acumulado, a partir de 2000, em relação à área dos municípios. Os dados são do Inpe.

Foi ainda criada uma variável dummy para distinguir o estado do Mato Grosso, que é o principal produtor-exportador de grãos da região, além de possuir um programa próprio de concessões estaduais. Mato Grosso também desenvolve iniciativas específicas em relação ao combate aos incêndios florestais como o período proibitivo de queima, que é implementado no período mais seco do ano.

Por fim, calculou-se o número de dias sem chuvas no ano, a partir de informações do BDQueimadas/Inpe. Foram considerados dias sem chuva aquelas com 0mm de precipitação nos registros do Inpe. Na Tabela 3 está o quadro resumo das variáveis de estudo.

Tabela 3 - Quadro resumo das variáveis de estudo (Focos de queima)

Dependentes	Nº de focos de queima a até 1km	
	Nº de focos de queima a até 5km	
Independentes	Socioeconômicas	PIB per capita
		População ocupada
		Participação na pecuária regional (%)
		Participação na agricultura regional (%)
	Político-administrativa	Localização no Estado do Mato Grosso
	Florestas e mudanças no uso da terra	Áreas não destinadas (km ²)
		% de área desmatada
Climáticas	Nº de dias sem chuva	

Fonte: Elaboração própria

Da mesma forma que em 2.2, todas as variáveis foram coletadas para um painel bianual de 4 períodos (2012-2018) e 102 municípios: 67, no Mato Grosso; 18, no Pará; e 17, em Rondônia. Também foram considerados os mesmos três grupos de análise anteriormente referidos: 1) o grupo de tratamento A, que compreende os trechos municipais da BR-163 na área da concessão da rodovia; o grupo de controle B, que compreende os dados para as demais rodovias federais do corredor logístico do Norte, incluindo a área não concedida da BR-163; e o grupo de controle C, que compreende apenas os trechos municipais não concedidos da BR-163.

Na Tabela 4 estão apresentadas as estatísticas descritivas para o conjunto de dados da avaliação. O número de observações é 408, considerando os grupos A e B; e 136, considerando os grupos A e C. A média para o número anual de focos a 1km e 5km, no grupo de municípios da área concedida, é de 0.81 e 1.71, respectivamente; enquanto nas áreas geridas pelo governo é 1.27 (1km) e 2.35(5km) para o grupo B; sendo 1.79(1km) e 3.00(5km) para o grupo C. Os municípios da área concedida têm maior participação na agricultura regional, enquanto que a participação na pecuária é maior nos municípios com rodovias federais geridas pelo governo. Os grupos A e B têm a maior média de áreas não destinadas; sendo que a média para área desmatada, a partir de 2000, é maior no grupo B.

Tabela 4 - Focos de queima: estatísticas descritivas por operador e grupos (A, B e C)

OPERADOR/ GRUPO	VARIÁVEIS	OBS.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO	
Concessionário Grupo A	Nº de focos a até 1km (log)	76	0.81	0.81	0	3.04	
	Nº de focos a até 5km (log)	76	1.71	1.01	0	3.76	
	PIB per capita	76	40244.40	23609.89	6849.02	104683.40	
	População ocupada	76	25118.08	56756.65	272	262983	
	Participação na pecuária regional (%)	A/B*	76	0.49	0.50	0.04	2.20
		A/C*	76	2.13	2.16	0.19	9.49
	Participação na agricultura regional (%)	A/B*	76	1.23	1.57	0.00	6.82
		A/C*	76	3.58	5.67	0.00	24.52
	Áreas não destinadas (km ²)	76	162.29	317.42	0	1854.35	
	% de área desmatada	76	23.48	26.22	0	89.15	
Nº de dias sem chuva	76	214.50	14.59	187	249		
Governo Grupo B	Nº de focos a até 1km (log)	332	1.27	1.09	0	4.49	
	Nº de focos a até 5km (log)	332	2.35	1.41	0	5.97	
	PIB per capita	332	26291.12	23193.34	4253.61	206666.60	
	População ocupada	332	6745.50	18462.50	156	167669	
	Participação na pecuária regional (%)	332	1.07	0.81	0.07	4.18	
	Participação na agricultura regional (%)	332	0.34	0.69	0.00	4.22	
	Áreas não destinada (km ²)	332	739.47	1545.42	0	9205.40	
	% de área desmatada	332	39.13	29.51	0	92.81	
	Nº de dias sem chuva	332	211.53	25.46	151	301	
	Governo Grupo C	Nº de focos a até 1km (log)	60	1.79	1.35	0	4.00
Nº de focos a até 5km (log)		60	3.00	1.63	0	5.50	
PIB per capita		60	19277.71	11031.76	4253.61	47640.2	
População ocupada		60	6631.58	11499.58	156	43720	
Participação na pecuária regional (%)		60	3.96	3.16	0.33	11.83	
Participação na agricultura regional (%)		60	0.47	0.65	0.00	3.51	
Áreas não destinadas (km ²)		60	2164.13	2388.19	0	7932.50	
% de área desmatada		60	31.45	20.68	4.50	84.58	
Nº de dias sem chuva		60	191.83	27.24	158	301	

Fonte: Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Inpe e SFB.

*A/B e A/C – A participação da pecuária e da agricultura foi calculada como proporção da área de estudo.

4. METODOLOGIA

Para a análise a ser realizada, foi escolhido o estimador de diferenças em diferenças (DD), que busca estimar o “efeito médio do tratamento”, considerando a situação antes e depois da ocorrência de uma determinada intervenção. O estimador é particularmente útil em situações de quase-experimento ou experimento natural em que um evento exógeno, normalmente uma política pública, modifica o ambiente de atuação dos agentes econômicos (WOOLDRIDGE, 2011).

O estimador de diferenças em diferenças pode ser formalmente definido, conforme segue:

$$\hat{\delta} = (\bar{Y}_{A2} - \bar{Y}_{A1}) - (\bar{Y}_{B2} - \bar{Y}_{B1}) \text{ ou alternativamente } \hat{\delta} = (\bar{Y}_{B1} - \bar{Y}_{A1}) - (\bar{Y}_{B2} - \bar{Y}_{A2}), \text{ em que}$$

$\hat{\delta}$ é o estimador de diferenças em diferenças;

\bar{Y} é o valor médio para a variável explicada;

A é o grupo de tratamento. No caso em estudo, os 19 trechos municipais concedidos da BR-163;

B representa o grupo de controle com os trechos municipais das demais rodovias federais dos corredores logísticos do Arco Norte. Nesta análise será testado um segundo grupo de controle, C, considerando apenas os trechos municipais não concedidos da BR-163 (até Santarém/PA);

1 e 2 representam os períodos anteriores e posteriores à concessão da rodovia BR-163;

Para a avaliação de impacto da concessão da BR-163 sobre os acidentes de trânsito, adotou-se a seguinte especificação para o estimador de diferenças em diferenças(DD):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{concessao} + \delta_1 \text{ano} + \delta_2 \text{ano} * \text{concessao} + X'_{it} \Gamma + \mu_{it} + Y_{it} + \epsilon_{it}$$

Onde:

Y_{it} = número de acidentes por trecho municipal e ano ou número de acidentes com óbitos por trecho municipal e ano;

Concessão = dummy que vale 1 para trecho municipal de rodovia concedida e 0 caso contrário;

ano = dummy para o período de tratamento;

ano*concessao = é o termo de interação entre a variável concessão e a dummy de tempo.

δ_2 = coeficiente de interesse na análise DD.

$X'_{it}\Gamma$ = conjunto de variáveis explicativas que variam por município e ano: PIB per capita, população ocupada, número de empresas de exportação e importação, idade média da frota, dummy para o estado do Mato Grosso no período do tratamento, população jovem, precipitação acumulada anual e temperatura média anual, conforme especificado no item 2.2;

μ_{it} = efeitos fixos do município;

Y_{it} = efeitos fixos do ano;

ϵ_{it} = termo de erro.

O modelo de diferenças em diferenças (DD) para a avaliação do impacto da concessão sobre a ocorrência de focos é o mesmo, com as seguintes variáveis:

Y_{it} = número anual de focos de queima a 1 e 5 quilômetros de distância das margens das rodovias;

$X'_{it}\Gamma$ = conjunto de variáveis explicativas que variam por município e ano: PIB per capita, população ocupada, participação na agricultura regional(%), participação na pecuária regional(%), área não destinada no município (km²), área desmatada no município(%) e número de dias sem chuva, conforme item 2.2.

5. RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta seção, estão listados os resultados da estimação para os efeitos da concessão da BR-163/MT sobre a ocorrência de acidentes e acidentes com óbitos; bem como sobre a ocorrência de focos de queima no entorno da rodovia.

5.1. Número de acidentes e acidentes com óbitos

Na Tabela 5 estão os resultados para a estimação dos efeitos da concessão sobre acidentes de trânsito e óbitos, considerando-se o grupo de controle B e dois períodos de tempo (2012 e 2018). Na primeira estimação, sem variáveis de controle (Painel A), observou-se uma redução de 26% dos acidentes no ano de 2018, que é o 5º ano do período pós-concessão.

No Painel B, com a incorporação das variáveis independentes, observou-se uma redução de 34% dos acidentes. Neste caso, também revelaram significância estatística as variáveis relacionadas às empresas de comércio internacional, à população jovem e à temperatura média anual.

Em seguida, na Tabela 6, foi realizada a estimação de dois períodos, considerando os anos de 2014, 2016 e 2018 para o período pós-tratamento. O resultado da estimação sem variáveis de controle não revelou significância estatística para a ocorrência de acidentes (Painel A). Com a inclusão das variáveis independentes, o percentual de redução na ocorrência de acidentes foi de 23%, com nível de significância de 5%. As variáveis independentes relacionadas à demografia, população jovem, localização político- geográfico no Estado do Mato Grosso e temperatura média anual também revelaram significância no modelo.

Os resultados revelam, portanto, que a concessão trouxe benefícios relativos à redução de acidentes que devem ter gerado impacto sobre a conservação patrimonial, além de melhorias no fluxo de tráfego da rodovia.

Em relação aos acidentes com mortes, em nenhuma das estimações foi observado resultado estatisticamente significativo para o período da concessão, sendo o PIB per capita e o número de empresas de exportação e importação as variáveis com significância estatística nas estimações realizadas.

Tabela 5 – Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de Controle B)

PAINEL A		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
2018	-.3240756*** (.106763)	-.144624** (.0679406)
Concessão da BR-163 em 2018	-.2631432* (.1487773)	-.0455612 (.1252727)
Constante	2.854196*** (.044497)	1.011541*** (.0293291)
Número de observações: 204 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.1590 between = 0.1425 overall = 0.0000	R-square: within = 0.0646 between = 0.1118 overall = 0.0025
PANEL B (COM VARIÁVEIS INDEPENDENTES)		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
2018	-.2800319 (.9391027)	-.2701962 (.7359523)
Concessão da BR-163 em 2018	-.3415229* (.1756081)	-.0609895 (.1559248)
PIB per capita	-3.06e-06 (8.30e-06)	5.96e-06 (5.69e-06)
População ocupada	-.0000111 (.0000244)	-.0000176 (.0000153)
N° de empresas de exportação e importação	-.0229082* (.0118852)	-.0172693** (.0075079)
Idade da frota	-.1248552 (.286296)	.0287871 (.2274448)
Mato Grosso em 2018	.3643335 (.2385518)	.0405348 (.1338015)
População jovem (20 a 29 anos)	.0003031** (.0001168)	2.77e-06 (.0000826)
Precipitação acumulada	-.0003119 (.0002885)	.0002517 (.0002321)
Temperatura média anual	-.87536* (.4510434)	.1511667 (.230144)
Constante	25.27941** (11.79372)	-3.188324 (6.285771)
Número de observações: 204 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.2370 between = 0.1991 overall = 0.1972	R-square: within = 0.1230 between = 0.1530 overall = 0.1220

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do IBGE, Denatran, ME, PRF e Inpe./ () Erro padrão robusto por clusters (municípios)/***p-valor <0.01,**p-valor<0.05,*p-valor<0.10

Tabela 6 – Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de controle B, 2014-2018)

PAINEL A		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
Período pós-concessão (2014,2016,2018)	-.2554415*** (.0805332)	-.1194985** (.0546956)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.0463714 (.1046846)	-.0503862 (.0994806)
Constante	2.854196*** (.0500293)	1.011541*** (.0353414)
Número de observações: 408 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.0622 between = 0.1495 overall = 0.0002	R-square: within = 0.0234 between = 0.1115 overall = 0.0003
PANEL B (COM VARIÁVEIS INDEPENDENTES)		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
Período pós-concessão (2014,2016,2018)	-.319582** (.1355894)	-.1141894 (.0931366)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.2449382** (.1069153)	-.0732375 (.1125952)
PIB per capita	-3.34e-06 (4.93e-06)	8.38e-06** (3.53e-06)
População ocupada	-3.77e-06 (.0000141)	-3.29e-06 (8.83e-06)
N° de empresas de exportação e importação	-.007157 (.00656)	-.0106408** (.0052371)
Idade da frota	-.102964*** (.0345729)	-.0343621 (.0289131)
Mato Grosso (2014, 2016 e 2018)	.5142423*** (.1686513)	.0092629 (.1105595)
População jovem (20 a 29 anos)	.0002152** (.000096)	-.0000248 (.0000626)
Precipitação acumulada	-.0000169 (.0000966)	.0002018 (.0001354)
Temperatura média anual	-.1463854* (.0836868)	.0650238 (.0688024)
Constante	6.333679*** (2.267068)	-.7530957 (1.838602)
Número de observações: 408 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.1491 between = 0.1596 overall = 0.1569	R-square: within = 0.0589 between = 0.1890 overall = 0.1388

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do IBGE, Denatran, ME, PRF e Inpe./ () Erro padrão robusto por clusters (municípios)/***p-valor <0.01,**p-valor<0.05,*p-valor<0.10

Conforme a literatura, os acidentes decorrem de três fatores principais - condição da pista, condição do veículo e comportamento do condutor – e são afetados por fatores climáticos, socioeconômicos e institucionais. Na análise realizada, as estimações revelaram uma relação positiva dos acidentes com a população mais jovem, de 20 a 29 anos, e uma relação negativa com o número de empresas de exportação e importação. De forma oposta, as duas variáveis buscaram refletir características do veículo e condutor que podem determinar a ocorrência ou não de acidentes. No caso dos jovens, a menor experiência na direção e uma maior propensão ao comportamento de risco tenderia a elevar a probabilidade de ocorrência de acidentes. Já a maior presença de empresas de comércio favoreceria a articulação com setores organizados do transporte e, portanto, promoveria a melhor seleção de veículos e condutores.

Na estimação de dois períodos, considerando 3 anos de concessão, os trechos rodoviários no estado do Mato Grosso também apresentaram correlação positiva para a ocorrência de acidentes, o que pode ser atribuído a fatores econômicos, haja vista que Mato Grosso é o principal estado produtor-exportador de grãos da Amazônia e possui uma rede viária mais densa em relação aos demais estados. Em relação à significância para a temperatura média anual, é possível supor uma correlação com a estação chuvosa, também denominada regionalmente “inverno amazônico” devido à ocorrência de temperaturas mais baixas, e com o período de escoamento de safra.

A relação negativa encontrada entre idade da frota e acidentes no Painel B da Tabela 6 é inesperada, mas não inédita. Albalade e Bel-Piñana (2019), no estudo realizado sobre o impacto das concessões rodoviárias na Espanha, também encontraram sinal negativo e significativo prevalecente para a variável. No caso em estudo, é possível especular sobre efeitos de transbordo da BR-163, que é a principal rodovia regional. O processo de pavimentação conduzido pelo governo federal e a concessão de parte da rodovia à iniciativa privada levou à dinamização econômica regional, possibilitando a ampliação dos fluxos de comércio na rodovia e na rede viária adjacente. Assim, é possível supor a coexistência de uma frota de veículos mais antiga nos municípios - atuando principalmente nas estradas estaduais e municipais e viabilizada por oportunidades econômicas – com uma frota mais moderna circulando na rodovia federal, que foi objeto de melhoria de infraestrutura de serviços.

Em relação aos resultados obtidos para a concessão rodoviária, cabe destacar que esta envolve tanto a prestação de serviços como a realização de obras ao longo do período contratual. É plausível considerar que o efeito da concessão se intensifique ao longo do tempo,

principalmente com a finalização de intervenções estruturais como a duplicação de trechos da rodovia. O resultado estimado parece caminhar nesta direção, na medida em que os resultados mais expressivos de redução dos acidentes foram obtidos na estimação de dois períodos, que considerou o 5º ano da concessão.

Apesar de não terem sido encontrados resultados significantes para acidentes com mortes entende-se que a concessão rodoviária pode contribuir para a redução dos acidentes e das mortes, a partir da conciliação entre as melhorias na pista e o incentivo a mudanças no comportamento do condutor. Para além de campanhas educativas e orientativas, os estudos deveriam avançar rumo à proposição de normas que viabilizem a cobrança de adicionais de pedágio para motoristas com conduta ilegal reiterada (excesso de velocidade, ultrapassagem indevida e ingestão de álcool), ou, alternativamente, benefícios eventuais a condutores assíduos com comportamento exemplar relativamente ao cumprimento do Código de Trânsito Brasileiro.

5.1.1. Estimação para acidentes com grupo de controle C

Adicionalmente, na Tabela 7, foi realizada a estimação para comparação entre os trechos concedidos e não concedidos da BR-163, entre Itiquira/MT e Santarém/PA. Neste caso, foram totalizados 34 trechos municipais de rodovias e 136 observações para a estimação de dois períodos, com três anos no segundo período.

Não foi verificado resultado significativo de redução de acidentes e acidentes com mortes em relação ao trecho não concedido da rodovia. Nos modelos estimados com variáveis explicativas, apenas as variáveis PIB per capita e população jovem apresentaram significância estatística para acidentes com mortes.

Tabela 7 – Resultados da estimação para acidentes de trânsito (Grupo de Controle C)

PAINEL A		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
Período pós-concessão (2014,2016,2018)	-.0714641 (.1307382)	.0393628 (.1439763)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.2303488 (.1473159)	-.2092476 (.166866)
Constante	3.439294*** (.0517788)	1.198503*** (.0593239)
Número de observações: 136 Número de grupos: 34	R-square: within = 0.0632 between = 0.3673 overall = 0.1147	R-square: within = 0.0193 between = 0.2715 overall = 0.1110
PANEL B (COM VARIÁVEIS INDEPENDENTES)		
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de acidentes (log)	Variável explicada: N° anual de acidentes com óbitos (log)
Período pós-concessão (2014,2016,2018)	.0352144 (.2117544)	.0550078 (.2734718)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.2447807 (.2461762)	-.2034605 (.2958019)
PIB per capita	1.11e-06 (6.55e-06)	.0000226** (9.33e-06)
População ocupada	-.0000141 (.0000102)	-.0000107 (.0000109)
N° de empresas de exportação e importação	.0082544 (.0106224)	.0036258 (.0123665)
Idade da frota	-.0792856 (.068676)	-.0488303 (.0758288)
Mato Grosso (2014, 2016 e 2018)	.1065728 (.2826255)	-.1433054 (.2927873)
População jovem (20 a 29 anos)	.0001325 (.0001446)	-.0001969* (.0001103)
Precipitação acumulada	.0002326 (.0002177)	.0003093 (.0002185)
Temperatura média anual	.1698331 (.1943322)	.220952 (.2704065)
Constante	-1.689614 (5.398031)	-3.93507 (7.339783)
Número de observações: 136 Número de grupos: 34	R-square: within = 0.1657 between = 0.0636 overall = 0.0660	R-square: within = 0.1171 between = 0.0888 overall = 0.0637

Fontes: Elaboração própria a partir de informações do IBGE, Denatran, ME, PRF e Inpe./ () Erro padrão robusto por clusters (municípios)/***p-valor <0.01,**p-valor<0.05,*p-valor<0.10

5.1.2. Acidentes: teste de diferença entre médias

Tendo em vista as estimações realizadas com os grupos de controle B e C e os resultados obtidos, foi realizado um teste de diferença entre médias, de forma a comparar as médias das variáveis entre os grupos de tratamento e controle. O teste de diferenças entre médias permite identificar o grupo de controle mais consistente, em termos de menor diferença de médias no período anterior à implementação da concessão.

Tabela 8 - Acidentes: teste de diferença entre médias

Variáveis	Tratamento (Grupo A)		Controle (Grupo B)		Diferença de médias no período pré-tratamento
	Média	DP	Média	DP	
Acidentes	4.39	1.34	2.50	1.94	-1.89***
Acidentes com óbitos	1.61	0.83	0.87	0.89	-0.74***
PIB per capita	32076.27	20728.78	20027.33	18877.10	-12048.93**
População ocupada	23677.11	55134.73	6590.12	19525.05	-17086.98
Empresas de exportação e importação	19.84	33.76	5.01	12.11	-14.83*
Idade da frota	4.62	0.24	4.61	0.45	-0.01
População jovem	7665.78	13191.14	3506.47	6738.54	-4159.32
Precipitação acumulada	1537.63	225.48	1469.32	322.20	-68.30
Temperatura média anual	25.47	0.48	25.51	0.75	0.03
Variáveis	Tratamento (Grupo A)		Controle (Grupo C)		Diferença de médias no período pré-tratamento
	Média	Desvio P.	Média	Desvio P.	
Acidentes	4.39	1.34	2.22	1.43	-2.16***
Acidentes com óbitos	1.61	0.83	0.67	0.70	-0.94***
PIB per capita	32076.27	20728.78	13298.38	6532.21	-18777.88***
População ocupada	23677.11	55134.73	6296.06	11125.09	-17381.04
Empresas de exportação e importação	19.84	33.76	3.73	7.39	-16.10*
Idade da frota	4.62	0.24	4.42	0.71	-0.20
População jovem	7665.78	13191.14	4600.13	7034.33	-3065.65
Precipitação acumulada	1537.63	225.48	1930.80	334.46	393.16***
Temperatura média anual	25.47	0.48	25.76	0.70	0.28

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Denatran, ME, PRF e Inpe./***p-valor <0.01,**p-valor<0.05,*p-valor<0.10

Na Tabela 8 são apresentados os resultados para o teste de diferença entre médias para o ano de 2012. Na comparação entre o grupo A e o grupo B, 5 variáveis não apresentaram significância estatística para a diferença entre médias. As demais variáveis do grupo B, inclusive as variáveis dependentes “nº anual de acidentes” e “nº anual de acidentes com óbitos”, apresentaram diferença de média menor para A, em relação ao grupo C. Desta forma, pelo teste de diferença entre médias, considerou-se que o modelo estimado com o grupo de controle B é o mais consistente, tendo em vista a maior similaridade de médias no período pré-tratamento.

5.2. Focos de queima

Na Tabelas 9 e 10 estão os resultados para a estimação dos efeitos da concessão sobre a ocorrência de focos de queima a 1 e 5km de distância, considerando-se o grupo de controle B e dois períodos de tempo. Na Tabela 9, foi realizada a estimação considerando o ano de 2012 como período pré-tratamento e 2018 como o pós-tratamento. Já na tabela 10, o período pós-tratamento foi estimado considerando os anos de 2014, 2016 e 2018 agregados. Em nenhuma das estimações realizadas foram observados resultados significantes para a ocorrência de focos de queima. Este resultado sugere que, no período examinado, a concessão não contribuiu para a alteração da dinâmica de ocorrência de focos de queima no entorno da área concedida.

Dentre as variáveis explicativas, a população ocupada e a participação percentual do município na pecuária e agricultura regional não apresentaram significância estatística. Tratando-se de área com uso e ocupação do solo mais consolidado, principalmente no sul do Mato Grosso, e centro de Rondônia, e sob a dinâmica de crescimento das exportações via Arco Norte e do PIB per capita, é razoável supor que as variáveis estejam refletindo um processo de intensificação produtiva nos municípios em decorrência da valorização das terras mais próximas às rodovias como consequência da redução dos custos de transporte e maior viabilidade dos fluxos de comércio. Outra possibilidade, que pode estar associada à valorização das terras, é a substituição da pecuária pelo cultivo de grãos, principalmente na região BR-163. O uso da tecnologia de plantio direto para o cultivo de grãos em áreas consolidadas de desmatamento é uma explicação possível. Em 2017, o estado do Mato Grosso tinha 24% (8 milhões de hectares) da área total de plantio direto no país (IBGE, 2017). Entretanto, não foram identificados dados públicos anuais sobre plantio direto nos municípios, o que impossibilita a análise do seu impacto sobre a ocorrência ou não de focos.

Tabela 9 – Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de controle B)

Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: N° anual de focos a 5km (log)
2018	-.2219756** (.089355)	-.2968206*** (.1112847)
Concessão da BR-163 em 2018	.1454965 (.2179337)	.1883815 (.3009305)
Constante	1.26451*** (.0407976)	2.32656*** (.0522321)
Número de observações: 204 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.0583 between = 0.0328 overall = 0.0028	R-square: within = 0.0634 between = 0.0201 overall = 0.0040
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: N° anual de focos a 5km (log)
2018	-.4919444** (.2223048)	-.4193412 (.2671594)
Concessão da BR-163 em 2018	.1475764 (.2461729)	.1112631 (.3520145)
PIB per capita	-5.55e-06 (9.32e-06)	-.0000249* (.0000125)
População ocupada	.0000186 (.000024)	-5.69e-06 (.0000227)
Participação na pecuária regional (%)	.007614 (.4717126)	-.3611553 (.6596929)
Participação na agricultura regional(%)	4128781 (.4326782)	-.0846772 (.5188079)
Mato Grosso em 2018	.3567571* (.2110586)	.616635*** (.2312065)
Área não destinada (km ²)	-.0000722 (.0000738)	-.0000785 (.0000819)
% de área desmatada	.074802* (.0407007)	.1044411* (.0585892)
N° de dias sem chuva	-.0008389 (.0049606)	-.0066316 (.0063589)
Constante	-1.449765 (1.738629)	1.036469 (2.482248)
Número de observações: 204 Número de grupos:102	R-square: within = 0.1112 between = 0.0562 overall = 0.0424	R-square: within = 0.1478 between = 0.0528 overall = 0.0402

Fontes: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Inpe e SFB./(...) Erro padrão robusto por cluster (municípios)/***p-valor <0.01, **p-valor<0.05, *p-valor<0.10

Tabela 10 - Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de Controle B, 2014-2018)

Variáveis explicativas	Variável explicada: Nº anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: Nº anual de focos a 5km (log)
Tempo pós-concessão (2014,2016,2018)	-.1959846 (.1351225)	-.0993819 (.0945548)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	.1338704 (.2111897)	-.120855 (.2198042)
Constante	1.337833*** (.0814024)	2.32656*** (.0640194)
Número de observações: 408 Número de grupos: 102	R-square: within = 0.0112 between = 0.2200 overall = 0.0507	R-square: within = 0.0096 between = 0.0396 overall = 0.0170
Variáveis explicativas	Variável explicada: Nº anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: Nº anual de focos a 5km (log)
Tempo pós-concessão (2014,2016,2018)	-.2210695* (.1304376)	-.1128601 (.1232399)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.0425334 (.2009916)	-.2206789 (.2510804)
PIB per capita	-3.40e-06 (6.56e-06)	-.0000111* (6.25e-06)
População ocupada	1.82e-06 (.000014)	-3.37e-06 (.0000159)
Participação na pecuária regional (%)	.5063049 (.3671938)	.302777 (.4467758)
Participação na agricultura regional (%)	.215657 (.4225427)	.0413881 (.4100839)
Mato Grosso (2014,2016,2018)	.2093939 (.1601138)	.2099961 (.1810438)
Área não destinada (km ²)	.0000755* (.0000407)	.0000786 (.0000502)
% de área desmatada	-.022866 (.0387816)	-.03615 (.0438746)
Nº de dias sem chuva	.0075495*** (.0025051)	.0059306** (.0024217)
Constante	-.0879195 (1.273308)	2.288941 (1.437898)
Número de observações:408 Número de grupos:102	R-square: within = 0.0519 between = 0.1579 overall = 0.1256	R-square: within = 0.0379 between = 0.1013 overall = 0.0874

Fontes: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Inpe e SFB./(...) Erro padrão robusto por cluster (municípios)/***p-valor <0.01, **p-valor<0.05, *p-valor<0.10

Não obstante, as variáveis relacionadas à área desmatada e à área não destinada nos municípios apresentaram significância nos modelos para 1km e 5km (Tabela 9, Painel B) e 1km (Tabela 10, Painel B), respectivamente.

Quanto ao percentual de área desmatada - que representa o acumulado do desmatamento em florestas públicas, destinadas e não destinadas, e as áreas abertas para produção em florestas privadas - a estimacão indicou que os municípios que tiveram a maior área desmatada, a partir de 2000, também tiveram mais focos na distância de até 5km das rodovias (Tabela 9, Painel B). Este resultado vai ao encontro das informações disponibilizadas pelos sistemas nacionais de monitoramento que registram que a maior parte dos focos de queima na Amazônia ocorrem em áreas de desmatamento (Inpe)¹.

Em relação às terras públicas não destinadas, estas representam uma porção significativa do território amazônico e a literatura descreve bem o processo de ocupação da região por meio do desmatamento e apropriação ilegal de terras. Apesar das limitações da variável “área não destinada”, que incorpora apenas terras públicas georreferenciadas, a estimacão revela uma correlação positiva para focos nas proximidades de 1km da rodovia naqueles municípios com maior área de florestas não destinadas (Tabela 10, Painel B).

As áreas não destinadas podem ser áreas de florestas, territórios ocupados por povos e comunidades tradicionais ainda não reconhecidos pelo Poder Público e posses não regularizadas. O avanço na destinação de terras públicas para conservação ambiental e reconhecimento de direitos de grupos sociais, e na regularização da posse é um passo importante para a redução do desmatamento e dos incêndios florestais. No caso específico da pequena posse, a ausência de regularização contribui para a persistência de uma dinâmica econômica e social que, pela ausência de legalidade na propriedade, tende a excluir pela falta de acesso a meios e recursos, pelo atraso no processo de modernização produtiva - em comparação com setores mais avançados da produção agropecuária - e pela continuidade do uso ineficiente dos recursos naturais.

A baixa organização fundiária também inviabiliza formas alternativas de conservação ambiental, para além das medidas de comando e controle, como soluções coletivas e cooperativas, e incentivos econômicos.

¹ Inpe/Terrabrasilis: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/fires/legal/amazon/aggregated/>

Na literatura, estudos sugerem a importância da coordenação de ações para a prevenção de incêndios florestais. Cammelli et al. (2020), em estudo que investiga a relação entre pobreza e uso do fogo em pequenas propriedades no Pará, evidenciaram a necessidade de coordenação no nível do território para um uso da terra de mais alto valor e livre do uso do fogo. De acordo com os autores, as ações e incentivos apenas individuais têm resultado pouco efetivo, na medida em que os retornos dos investimentos individuais para a intensificação produtiva são ameaçados pelo risco do espalhamento do fogo que ocorre nas propriedades vizinhas.

Uma vez que os custos de combate aos incêndios florestais são altos e as perdas econômicas e ambientais são significativas, a coordenação territorial para a prevenção é uma estratégia necessária, particularmente em ambiente de implementação de grandes estruturas logísticas que podem redefinir dinâmicas econômicas e sociais, gerar ou excluir de oportunidades para participação no fluxo de comércio regional. No nível macro estratégico, a coordenação de políticas públicas deve operar no sentido da organização fundiária, do combate à ilegalidade, da intensificação produtiva e da valorização econômica da floresta.

A coordenação setorial e federativa é um desafio permanente. No nível federal, entre os anos de 2005 e 2018, além do Plano BR-163 Sustentável, o governo implementou os planos de ação para combate ao desmatamento e aos incêndios florestais na Amazônia Legal e no Cerrado, que buscavam articular iniciativas setoriais voltadas ao monitoramento e à fiscalização, à ampliação e proteção das áreas protegidas, à destinação e regularização de terras públicas e ao incentivo às atividades produtivas sustentáveis².

No nível subnacional, a implementação destes planos enfrentou dificuldades relacionadas ao grau de engajamento político, deficiências orçamentárias dos órgãos de meio ambiente, baixa presença de fóruns descentralizados de políticas públicas e instituições de coordenação entre estados e municípios e intermunicipais. Na experiência brasileira recente, destacaram-se como instrumento de coordenação federativa os conselhos de políticas das áreas de saúde e educação, responsáveis pelo controle social na repartição e execução de recursos públicos (ABRUCIO, 2005). Outras iniciativas como comissões tripartites, consórcios públicos e comitês de bacia hidrográficas têm buscado solucionar problemas socioeconômicos e ambientais que ultrapassam os limites da unidade federativa, gerando oportunidades para soluções públicas menos competitivas, mais eficientes e cooperativas.

² Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm
Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado

Na região amazônica, observa-se a menor presença regional de fóruns de políticas públicas como consórcios e comitês. Do conjunto dos consórcios públicos municipais existentes no Brasil apenas 2% está localizado na região Norte³, onde também não existem comitês de bacias hidrográficas interestaduais, cuja instalação é priorizada para as regiões com escassez hídrica. Em contextos regionais de baixa articulação federativa, é importante fortalecer a coordenação no nível dos projetos, caso da operação das concessões rodoviárias, que deve se realizar em parceria com o Estado, articulando o poder local, os setores econômicos, as comunidades e a sociedade civil, de modo a gerar compromissos e iniciativas de prevenção e combate que incorporem a dimensão coletiva do controle do uso do fogo.

5.2.1. Incentivos econômicos

No Brasil, o uso dos incentivos econômicos para a conservação ambiental tem ocorrido de forma difusa, por meio de iniciativas desenvolvidas nos três níveis federativos. Diferentemente das experiências dos países desenvolvidos, cujas medidas se concentram na redução de externalidades provocadas pela poluição industrial, no país o foco tem sido a conservação das florestas e dos recursos naturais e a redução de emissões advindas dos setores de uso da terra. Neste sentido, um dos programas pioneiros é o Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas, que promove a organização de arranjos institucionais na bacia hidrográfica, incentivando os seus usuários a compensar financeiramente os proprietários que adotem medidas de conservação da vegetação e proteção dos recursos hídricos.

Em nível nacional, o país aprovou a Lei nº 14.119, /2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais - PNPSA e estabeleceu uma estrutura jurídica para incentivar o reconhecimento e a remuneração das atividades voltadas à conservação da vegetação nativa e proteção dos recursos naturais. Além de estabelecer o conceito jurídico para serviços ecossistêmicos e ambientais⁴ e definir instrumentos para a política pública como o

³ Informação da Confederação Nacional de Municípios . <https://consorcios.cnm.org.br/>

⁴ O artigo 2º da Lei 14.112/2021 estabeleceu o conceito de serviços ecossistêmicos como os serviços prestados pela natureza, por exemplo, o estoque e captura de carbono; e o conceito de serviços ambientais como as atividades humanas realizadas para a melhoria dos serviços ecossistêmicos. Adicionalmente, a lei definiu o pagamento por serviços ambientais como uma transação de natureza voluntária e contratual e que deve ser realizada sob um conjunto de princípios, diretrizes e regras definidas pela lei, e compromissos pactuados entre as partes contratantes.

Cadastro Nacional de Serviços Ambientais, a nova política também determinou a isenção tributária para os valores recebidos a título de pagamentos por serviços ambientais.

As experiências em implementação e as medidas normativas, que devem ser objeto da agenda de pesquisa nos próximos anos, podem trazer impactos importantes para a gestão de projetos na Amazônia, na medida em que definem instrumentos legais que permitem o desenho de arranjos institucionais e contratuais no território, voltados para a promoção do melhor desempenho econômico e ambiental de empreendimentos inseridos e concedidos na região.

Em nível regional, as cadeias de produção e comércio deverão se reorientar para o alcance de metas de produtividade e conservação ambiental, a partir de compromissos que reconheçam e remunerem os esforços realizados. No nível dos projetos, entende-se que as concessões deveriam definir suas metas ambientais, considerando inclusive a geração de benefícios ou penalidades financeiras para participantes habituais do tráfego que demonstrem seus resultados ambientais. Os estudos deveriam examinar a incorporação de programas de incentivo à redução dos incêndios florestais, com a possibilidade de premiação pela redução de focos de queima nos municípios. Assim, por exemplo, no mês W ou Y de cada ano, placas ou condutores do município Z, com resultados ambientais, poderiam ter algum benefício tarifário na praça de pedágio do município G, sem resultados ambientais; ou alternativamente, placas ou condutores do município J, sem resultados ambientais, poderiam pagar um adicional na praça de pedágio do município H, com resultados ambientais.

O objetivo deste tipo de abordagem deve ser a geração de benefícios individuais e coletivos e de incentivos para o alcance de resultados intermunicipais. Ações desta natureza deveriam ser avaliadas em termos de custo-benefício, na medida em que existe um sistema nacional de monitoramento que quantifica os focos de queima como indicador de fogo sobre a vegetação; e na medida em que, além do prejuízo ambiental, a ocorrência de incêndios florestais eleva os custos de operação da rodovia, é danosa para a saúde e para o fluxo de comércio.

5.2.2. Estimação para focos de queima com grupo de controle C

Na Tabela 11, foi realizada a estimação para comparação entre os trechos concedidos e não concedidos da BR-163, entre Itiquira/MT e Santarém/PA. Foram totalizados 34 trechos municipais de rodovias e 136 observações para a estimação de dois períodos, com três anos no segundo período.

Não foi verificado resultado significativo para a ocorrência de focos de queima a 1km e 5 km de distância da rodovia. Nos modelos com variáveis de controle, a área não destinada, a área desmatada e o nº de dias sem chuvas revelaram significância estatística. No caso da área desmatada acumulada, a relação negativa pode ser explicada pelo fato dos 19 municípios da área concedida estarem localizados em região de desmatamento mais consolidado, portanto, com menor remanescente de vegetação (sul do Mato Grosso). De forma oposta, a relação positiva com a área não destinada pode ser indicativo do processo de ocupação irregular, desmatamento e queima nos municípios do norte do Mato Grosso e sul do Pará, cuja área média não destinada, no período de análise, é 2164.13km², enquanto a área média não destinada nos municípios da área concedida é 162.29km² (ver estatísticas descritivas da Tabela 4).

Tabela 11 - Resultados da estimação para focos de queima (Grupo de Controle C)

Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: N° anual de focos a 5km (log)
Tempo pós-concessão (2014,2016,2018)	-.1959846 (.1351225)	-.2049229 (.1714868)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	.1338704 (.2111897)	-.015314 (.2645375)
Constante	1.337833*** (.0814024)	2.446474 (.1017181)
Número de observações: 136 Número de grupos: 34	R-square: within = 0.0112 between = 0.2200 overall = 0.0507	R-square: within = 0.0230 between = 0.2313 overall = 0.0081
Variáveis explicativas	Variável explicada: N° anual de focos a 1km (log)	Variável explicada: N° anual de focos a 5km (log)
Tempo pós-concessão	-.1456634 (.2650959)	-.2183513 (.2395536)
Concessão da BR-163 (2014,2016,2018)	-.2016229 (.340387)	-.5425064 (.407151)
PIB per capita	9.95e-06 (.00001)	-1.54e-06 (.0000114)
População ocupada	9.61e-06 (.0000205)	6.19e-06 (.0000135)
Participação na pecuária regional (%)	.0538607 (.2183562)	.2866901 (.266826)
Participação na agricultura regional(%)	.0138156 (.0258838)	-.0116076 (.0254031)
Mato Grosso (2014, 2016,2018)	.1838423 (.3483619)	.4559993 (.378377)
Áreas não destinada (km ²)	.0001767** (.0000684)	.0001783** (.0000693)
% de área desmatada	-.2147234** (.0982781)	-.2343869* (.1267614)
N° de dias sem chuva	.0059797 (.0056356)	.0106188* (.0060554)
Constante	5.064837* (2.71159)	5.511875 (3.392359)
Número de observações:136 Número de grupos:34	R-square: within = 0.0733 between = 0.0706 overall = 0.0562	R-square: within = 0.1123 between = 0.0700 overall = 0.0600

Fontes: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Inpe e SFB./(...) Erro padrão robusto por cluster (municípios)/***p-valor <0.01, **p-valor<0.05, *p-valor<0.10

5.2.3. Focos de queima: teste de diferença entre médias

Da mesma forma como realizado para os acidentes de trânsito, foi realizado o teste de diferenças entre médias para o período anterior à concessão da rodovia. Na Tabela 12 são apresentados os resultados para o teste de diferença entre médias para o ano de 2012. Na comparação entre o grupo A e o grupo B, duas variáveis não apresentaram significância estatística para a diferença entre médias. Para as demais variáveis, seis variáveis do grupo B apresentaram diferença de média menor para A, em relação ao grupo C. Desta forma, pelo teste de diferença entre médias, o modelo estimado com o grupo de controle B é o mais consistente, considerando a maior similaridade de médias no período pré-tratamento.

Tabela 12 - Focos de Queima: teste de diferenças entre médias

Variáveis	Tratados (Grupo A)		Não Tratados (Grupo B)		Diferença de médias no período pré-tratamento
	Média	DP	Média	DP	
Nº de focos de queima a até 1km(log)	0.85	0.78	1.35	1.05	0.49**
Nº de focos de queima a até 5km(log)	1.88	0.96	2.42	1.41	0.54*
PIB per capita	32076.27	20728.78	20027.33	18877.10	-12048.93**
População ocupada	23677.11	55134.73	6590.12	19525.05	-17086.98
Participação na pecuária regional (%)	0.46	0.47	1.07	0.78	0.60***
Participação na agricultura regional(%)	1.34	1.76	0.31	0.75	-1.03**
Áreas não destinada (km ²)	229.06	473.04	933.13	1796.5	704.07 ***
% de área desmatada	23.36	26.66	38.57	29.55	15.20**
Nº de dias sem chuva	209.84	15.18	207.69	23.22	-2.14
Variáveis	Tratados (Grupo A)		Não Tratados (Grupo C)		Diferença de médias no período pré-tratamento
	Média	Desvio P.	Média	Desvio P.	
Nº de focos de queima a até 1km	0.85	0.78	1.94	1.42	1.08**
Nº de focos de queima a até 5km	1.88	0.96	3.15	1.74	1.27**
PIB per capita	32076.27	20728.78	13298.38	6532.21	-18777.88***
População ocupada	23677.11	55134.73	6296.06	11125.09	-17381.04
Participação na pecuária regional (%)	1.97	2.01	4.16	3.52	2.18**
Participação na agricultura regional(%)	4.82	6.35	0.54	0.56	-4.28***
Áreas não destinada (km ²)	229.06	473.04	2474.29	2719.98	2245.2***
% de área desmatada	23.36	26.66	30.48	21.23	7.11
Nº de dias sem chuva	209.84	15.18	173.46	14.13	-36.37***

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE, Inpe e SFB/)/***p-valor <0.01, **p-valor<0.05, *p-valor<0.10

5. CONCLUSÃO

O modelo de concessão de rodovias é relativamente recente e o objetivo desta análise foi contribuir para o seu aperfeiçoamento, tendo em perspectiva principalmente os desafios e especificidades da implementação de projetos de concessão de rodovias na Amazônia Legal e o seu desempenho social e ambiental.

A análise apresentou resultados gerais positivos para os primeiros anos da concessão da BR-163, no trecho Itiquira-Sinop, com a verificação de redução de acidentes principalmente no 5º ano de operação. Não foram encontrados resultados significantes em relação à ocorrência de acidentes com mortes. Entende-se, contudo, que as concessões podem contribuir para a melhoria das condições de trânsito no Brasil - e para o alcance da meta da Década de Ações para Segurança no Trânsito - sendo necessário, contudo, avançar na proposição de medidas que possibilitem articular as melhorias na condição da pista com a reorientação do comportamento dos condutores.

Adicionalmente, e de forma inovadora, buscou-se analisar a contribuição ambiental da concessão por meio da avaliação do seu impacto sobre a ocorrência de focos de queima no entorno da rodovia. Não foram identificados resultados significantes nas estimações realizadas, o que sugere que a concessão, no período analisado, não contribuiu para alterar a dinâmica de ocorrência de focos no entorno da BR-163. Tendo em vista a complexidade do contexto amazônico e a causalidade múltipla dos focos de queima, os resultados do estudo reforçam a importância da coordenação de ações no nível estratégico das políticas públicas e no nível do projeto.

Em nível estratégico, é necessário ampliar a governança fundiária na Amazônia Legal, promover a valorização econômica da conservação da floresta e dos seus serviços ambientais, e apoiar a intensificação produtiva, particularmente entre os pequenos produtores. No nível do projeto, a coordenação para o controle coletivo do uso do fogo e a criação de incentivos econômicos que permitam operacionalizar acordos e contratos com condicionalidades são aspectos importantes para a obtenção dos resultados ambientais.

A avaliação de impacto é indispensável para o aperfeiçoamento dos programas de parceria com o setor privado e a produção e disponibilização de dados adequados para o monitoramento é um desafio. Neste estudo, foram utilizados apenas dados públicos e um dos fatores limitantes foi a ausência de dados de tráfego para todas as unidades *cross section*

selecionadas, razão pela qual se trabalhou com proxies municipais. A abordagem dos aspectos comportamentais no trânsito também teve caráter limitado e mais estudos e dados precisam ser divulgados sobre o tema. A ausência ou incompletude das informações públicas relativas ao uso da terra como plantio direto, arrecadação, georreferenciamento e destinação de terras públicas federais e estaduais para todo o período também foi um fator de restrição.

O trabalho examinou resultados sociais e ambientais dos primeiros anos da concessão da BR-163, mas futuras investigações também devem se dedicar à avaliação do seu impacto econômico e dos benefícios gerados para o fluxo de comércio e o desenvolvimento regional.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, D. R. O. M.; SOUZA, E. M.; e MATHIAS, T. A.F.M. **Impacto do Código de Trânsito Brasileiro e da Lei Seca na mortalidade por acidentes de trânsito.** Cadernos de Saúde Pública, v. 34(8), 2018.

ABRUCIO, F. L **A coordenação federativa no Brasil: a experiência do período FHC e os desafios do governo Lula,** Rev. Sociol. Polit. (24), Jun, 2005.

ANDRADE, F. R e ANTUNES, J.L. F. **Trends in the number of traffic accident victims on Brazil federal highways before and after the start of the Decade of Action for Road Safety.** Cadernos de Saúde Pública, v. 35, nº 8, Rio de Janeiro, 2019.

ALBALATE, D. e BEL-PIÑANA, P. **The effects of public private partnerships on road safety outcomes.** Accident Analysis and Prevention, v. 128, pp. 53-64, 2019.

ALVES, J.P.; EMANUEL, L. e PEREIRA, R. H.M. **The causal effect of road concessions on road safety,** 2020 Disponível em: <https://en.anpec.org.br/previous-editions.php>

ARNDT, N.; VACIK, H.; ARPACI, A.; KOCH, V. e GOSSOW, H. **Modeling human-caused forest fire ignition for assessing forest fire danger in Austria.** iForest – Biogeosciences and Forestry, 2013.

BANCO MUNDIAL **Toolkit for public private partnerships in roads and highways,** 2009. Disponível em:

<https://ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/highwaystoolkit/1/index.html> Acesso em 20/02/2021.

_____. **Estudo dos corredores logísticos do Arco do Norte. Diagnóstico Preliminar,** 2019. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/ru/324071566827058837/Estudo-Dos-Corredores-Log%C3%ADsticos-do-Arco-Norte-Diagnostico-Preliminar.docx> Acesso em 17/02/2021.

_____. **Private Participation Infrastructure (PPI) Database,** 2020. Disponível em: <https://ppi.worldbank.org/en/ppidata> Acesso em 20/02/2021.

BRASIL. ANA. **Programa Produtor de Água.** Disponível em:

<https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua> Acesso em 23/06/2021

____ ANTAQ. **Anuário Estatístico 2019**. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Anu%C3%A1rio-2019-vFinal-revisado.pdf> Acesso em 20/02/2021.

____ ANTT. Concessionárias. Disponível em :

<https://portal.antt.gov.br/web/guest/concessionarias> Acesso em 20/02/2021.

____ CONAB. **Estimativa do escoamento das exportações do complexo soja e milho pelos portos nacionais**, 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/> Acesso em 20/02/2021.

____ DENATRAN. **Estatísticas – Frota de veículos**. Disponível em:

<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>. Acesso em 01/03/2021.

____ GOVERNO FEDERAL. **Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Região de Influência da Rodovia BR-163**, 2004.

____ IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019> Acesso em 16/06/2021

____ IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> Acesso em 16/06/2021

____ IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> Acesso em 16/06/2017

____ INPE. **Desmatamento nos municípios**. Disponível em:

<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php> Acesso em 20/07/21

____ INPE. **Metodologia utilizada nos projetos PRODES e DETER**. Disponível em:

http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia_Prodes_Deter_revisada.pdf Acesso em 23/06/2021.

_____ **INPE. Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde. Ficha Técnica.**

Focos de queima, 2011. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/>

Acesso em 15/06/2021.

_____ **INPE. Terrabrasilis.** Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/> Acesso em

15/06/2021.

_____ **INPE. BDQqueimadas.** Disponível em:

<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas> Acesso em 15/06/2021.

_____ **LEI N° 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política.

Disponível em: planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm Acesso em 23/06/2021.

_____ **MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Lista de empresas brasileiras exportadoras e importadoras.** Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/empresas-brasileiras-exportadoras-e-importadoras>

Acesso em 16/06/2021

_____ **MINISTÉRIO DA SAÚDE. Datasus.** Disponível em:

<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php> Acesso em 15/06/2021.

_____ **PRF. Acidentes.** Disponível em: www.gov.br/prf/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos. Acesso em 15/01/2021.

_____ **SFB. Cadastro Nacional de Florestas Públicas - CNPF.** Disponível em:

<https://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas> Acesso em 15/06/2021

_____ **TSE.** Disponível em: <https://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/eleicoes/eleicoes-anteriores>. Acesso em 23/06/2021.

CAMMELLI, F.; GARRET.R.D.; BARLOW, J. e PARRY, L. **Fires risk perpetuates poverty and fire use among Amazonian smallholders.** *Global Environmental Change*, v. 63, 2020.

CNT. **Anuário do Transporte 2020. Estatísticas consolidadas**, 2020. Disponível em:

<https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/> Acesso em 20/02/2021.

CONCESSIONÁRIA ROTA DO OESTE. **Rota do Oeste**. Disponível em:

<http://www.rotadooeste.com.br/> Acesso em 20/07/21

EUA. EPA. **Evaluation of Ecological Impacts from highway development**, 1994. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/ecological-impacts-highway-development-pg_0.pdf Acesso em 15/06/2021.

ESTADO DO MATO GROSSO. AGER. **Rodovias pedagiadas**. Disponível em: www.ager.mt.gov.br/rodovias-pedagiadas. Acesso em 23/06/2021.

_____. **Lei Estadual nº 8.264, de 28 de dezembro de 2004**. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/legislacao/4098/visualizar> Acesso em 23/06/2021.

_____. **Lei Estadual nº 8.620, de 28 de dezembro de 2006**. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/legislacao/4098/visualizar> Acesso em 23/06/2021.

FERNANDEZ, R. N. e LIMA, A. F.R. **Avaliação de impacto das concessões rodoviárias do Rio Grande do Sul**, 2020. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/novosite/br/xxiii-encontro-de-economia-da-regiao-sul--artigos-selecionados> Acesso 17/06/2021

FRNSW. **Can cigarette butts start bushfires?**, 2009 Disponível em:

<https://www.fire.nsw.gov.au/page.php?id=327> Acesso em 20/02/2021.

GOVERNO DO PARÁ. SECRETARIA ESTADUAL DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Relatório estatístico de acidentes de trânsito nas rodovias estaduais. Período: 2007-2010, 2011**.

JIANG, R. e WU, P. **Estimation of environmental impacts of roads through life cycle assessment; a critical review and future directions**. Transportation Research Part D, pp. 148-163, 2019.

KARLSON, M.; MORTBERG, U. e BALFORS, B. **Road Ecology in environmental impact assessment**. Environmental Impact Assessment Review, v. 48, pp. 10-19, 2014.

KUMAR, S.; ROY, D. P.; COCHRANE, M.; SOUZA JR., C.M.; BARBER, C.P. e BOSCHETTI, L. **A quantitative study of the proximity of satellite detected active fires to roads and rivers in the Brazilian tropical moist forest biome**. International Journal of Wildland Fire, v. 23(4), pp. 532-543, 2013.

NAIME, J.; MORA, F.; SANCHES-MARTINEZ, M.; ARREOLA, F. e BALVANERA, P. **Economic valuation of ecosystem services form secondary tropical forests; trade-offs and implications for policy making**, Forest Ecology and Management, vol 473, 2020.

NARAYANARAJ, G., e WIMBERLY, M.C. **Influences of forests roads on the spatial patterns of human and lightning caused wildfire ignitions**. Applied Geography, v. 32, pp. 878-888, 2012.

NARAYANARAJ, G., e WIMBERLY, M.C. **Influences of forest roads on the spatial pattern of wildfire boundaries**. International Journal of Wildland Fire, v. 20, pp. 792-803, 2011.

OMS. **Global status report on road safety**, 2018.

Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/978924156568> Acesso em 20/02/2021.

____ **Decade of action for road safety**. Disponível em: <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

Acesso em 15/06/2021.

PAPADIMITRIOU, E.; FILTNESS, A.; THEOFILATOS, A.; ZIAKOPOULOS, A.; QUIGLEY, C. e YANNIS, G. **Review and ranking of crash risk factors related to the road infrastrucuture**. Accident Analysis and Prevention, v. 125, pp. 85-97, 2019.

PELLENZ, J.L.V.; ALMEIDA, M. DE E LIRIO, V. S.. **Eficiência técnica agropecuária e desmatamento; análise espacial para a Amazônia Legal brasileira**, 2020. Disponível em: en.anpec.org.br/previous-editions.php. Acesso em 15/02/2021.

PEREZ-VERDIN, G.; SANJURIO-RIVERA, GALICIA, L.; HERNANDEZ-DIAS, J.C.; HERNADEZ-TREJO, V. e MARQUEZ-LINARES, M.A. **Economic valuation of ecosystem services in Mexico: current status and trends**. Ecosystem Service, vol 21, Part A, pp 6-19, 2016

RANGEL, T.; VASSALLO, J.M. e ARENAS, B. **Effectiveness of safety-based incentives in public private partnerships: evidence from the case of Spain**. Transportation Research, Part A, v. 46, pp. 1166-1176, 2012.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S. e OLIVEIRA, W. **Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia**, Nova Economia, v. 19, nº1, Belo Horizonte, 2009.

ROLISON, J. J.; REGEV, S.; MOUTARI, S. e FEENEY, A. **What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of law enforcement views, ordinary driver's opinion and road accidents records**. Accident Analysis and Prevention, v. 115, pp. 11-24, 2018.

SILVA, D. O.; OLIVEIRA M. A.; FERNANDES, F.E.C.V. e MOLA, R. **Acidentes de trânsito e sua associação com o consumo de bebidas alcoólicas**. Enfermería Global, v. 17, nº 52, 2018.

SACHSIDA, A.; LOUREIRO, P. e MOREIRA, T. **Traffic accidents: an econometric analysis**. Economics Bulletin, v. 18, nº 3, pp. 1-7, 2004.

SU, Z; HU,H; TIGABU, M; WANG, G; ZENG, A; e GUO,F. **Geographically Weighted Negative inomial Regression Model Predicts Wildfire Occurrence in the Great Xing'an Mountains Better Than Negative Binomial Model**, Forests, 2019

SUN, L.; LIU, D.; CHEN, T. e HE, M. **Road traffic safety: an analysis of the cross-effects of economic, road and population factors**. Chines Journal of Traumatology, v. 22, pp. 290-295, 2019.

UNEP. **Assessing Environmental Impacts - A Global Review of Legislation**, 2008. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/22691> Acesso em 20/02/2021

WANG, X; ZHOU, Q.; YANG, J.; YOU, S.; SONG, Y. e XUE, M. **Macro-level traffic safety analysis in Shangai, Chinar**, Accident Analysis and Prevention, v. 125, pp 249-256, 2019.

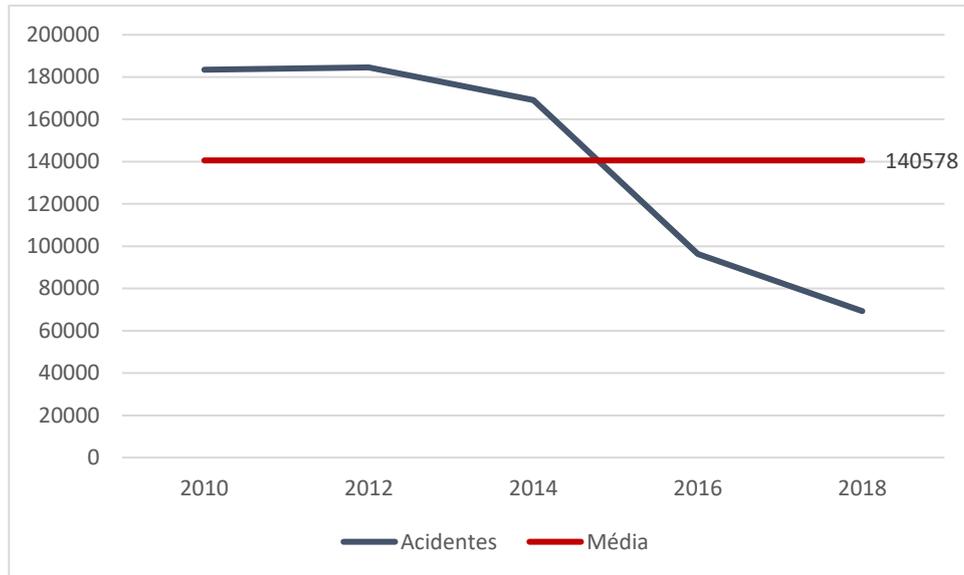
WOOLDRIDGE, J.M. **Econometrics analysis of cross section and panel**. Cambridge: MIT Press, 2010.

_____. **Introdução à Econometria. Uma abordagem moderna**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

7. ANEXOS

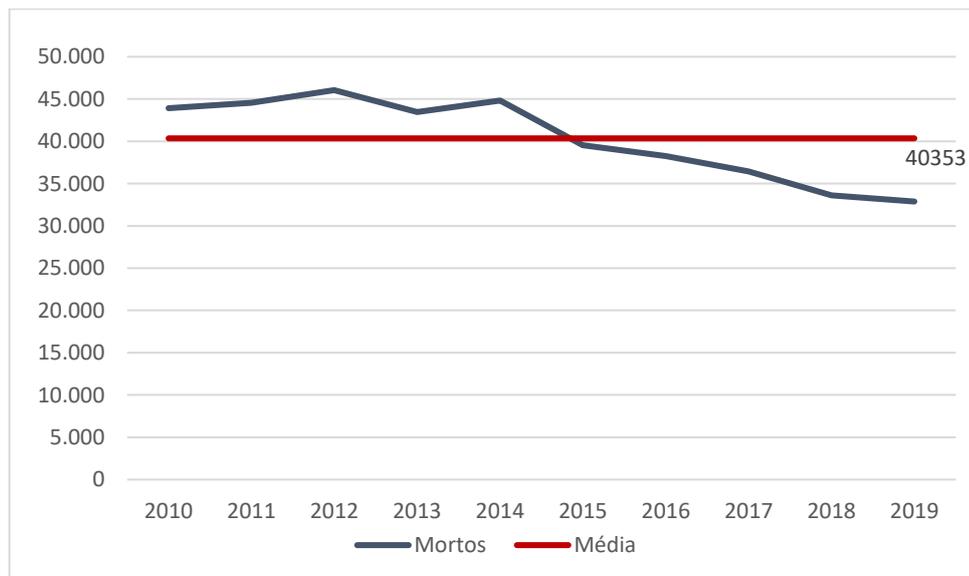
ANEXO A

Gráfico 1- Número anual de acidentes de trânsito no Brasil

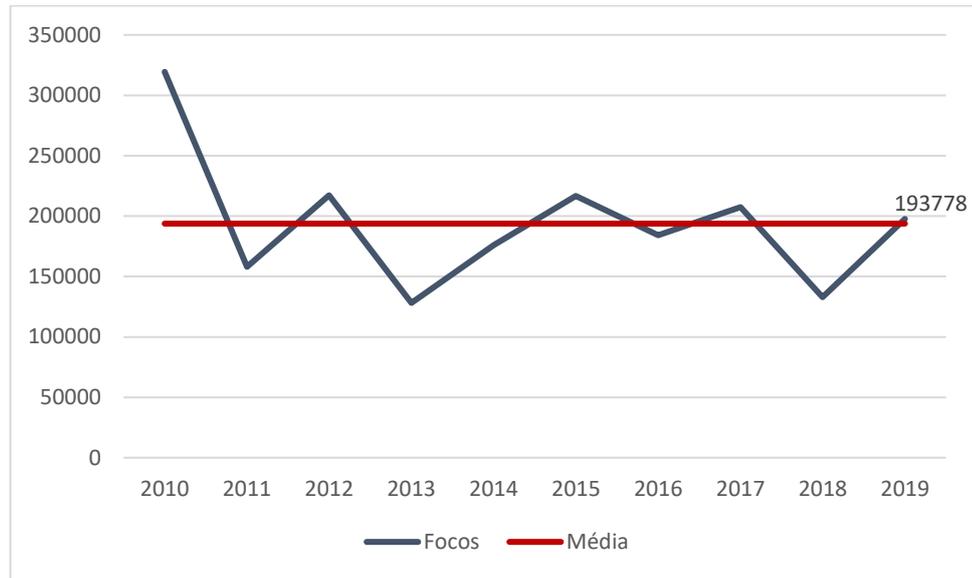


Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da PRF

Gráfico 2 - Número anual de mortes por acidentes de trânsito no Brasil



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Datasus/ Ministério da Saúde

Gráfico 3 – Número anual de focos de queima no Brasil

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Inpe/ BDQueimadas

ANEXO B

Tabela 1 – Concessões rodoviárias federais em 2021

Concessão	Estado	Extensão (km)
1	MG e SP	526,1
2	RJ	320,1
3	SC e PR	405,9
4	PR e SC	412,7
5	SP e PR	401,6
6	SC	220,42
7	DF, GO e MG	1176,5
8	MG e RJ	179,9
9	RJ	142,5
10	GO e MG	436,6
11	ES e BA	475,9
12	RJ	13,2
13	RS	457,3
14	MG e GO	437
15	MS	847,2
16	SP e RJ	402
17	RJ	200,4
18	MT	850,9
19	SP	321,6
20	DF, GO e MG	936,8
21	BA	680,6
22	RS	473,4
TOTAL		10.318,62

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da ANTT