



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

VITORIA MARQUES NOGUEIRA

**ACESSIBILIDADE E SAÚDE: EFEITOS DA PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA 429
SOBRE ATENÇÃO À SAÚDE**

**JUIZ DE FORA
2025**

Vitoria Marques Nogueira

**ACESSIBILIDADE E SAÚDE: EFEITOS DA PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA 429
SOBRE ATENÇÃO À SAÚDE**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito para a obtenção do título de Bacharel de Ciências Econômicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Flávia Lúcia Chein Feres

Coorientador: Rafael Lima Fraga

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nogueira, Vitoria Marques .

Acessibilidade e saúde : Efeitos da pavimentação da rodovia 429 sobre atenção à saúde / Vitoria Marques Nogueira. -- 2025.
63 p.

Orientador: Flavia Lucia Chein Feres

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2025.

1. Redes de atenção à saúde . 2. Trabalho acadêmico . 3. Amazonia Legal. 4. Estabelecimentos de saúde . 5. Rodovias. I. Chein Feres , Flavia Lucia , orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

FACULDADE DE ECONOMIA / UFJF
ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Na data de 13/08/2025, a Banca Examinadora, composta pelas professoras

1 – Flávia Lúcia Chein Feres - orientador; e

2 – Gerciana Aparecida Rezende,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico VITÓRIA MARQUES NOGUEIRA, intitulada:
ACESSIBILIDADE E SAÚDE: EFEITOS DA PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA 429 SOBRE ATENÇÃO À SAÚDE.

Após a primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado, conforme relatório sintetizado pelo orientador. A Banca, delegando ao orientador a observância das alterações propostas, resolveu **APROVAR** (APROVAR / NÃO APROVAR) a referida monografia



Documento assinado eletronicamente por **Flavia Lucia Chein Feres, Professor(a)**, em 13/08/2025, às 16:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gerciana Aparecida Rezende, Professor(a)**, em 13/08/2025, às 17:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2551967** e o código CRC **938E7F9E**.

RESUMO

O presente trabalho se propõe a analisar a influência da pavimentação da rodovia BR-429 sobre as redes de atenção à saúde da área na qual é localizada na Amazônia Legal. Os dados acerca da rodovia foram obtidos através do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e do SNV (Sistema Nacional de Viação), com o intuito de criar uma linha evolutiva da infraestrutura da rodovia a ser estudada. Os dados acerca das redes de atenção foram obtidos através do DataSUS e do CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde). Com isso, foi possível estimar um modelo *Diff-in-diff* (diferença em diferenças) que nos fornece a possibilidade de análise do efeito causado pela pavimentação da rodovia quando se trata do acesso a tratamentos e vacinas ofertadas em estabelecimentos localizados na região, próximos ou cortados pela BR-429. Verificamos que a melhoria da superfície da rodovia ao longo dos anos impacta positivamente em uma maior cobertura vacinal nesta região. Isso demonstra uma tendência à aceitação de que uma melhor infraestrutura das rodovias amplia o acesso da população a redes de saúde - pelo menos em áreas consideradas remotas. A principal limitação da pesquisa foi analisar a rodovia por completo, visto que sua conexão com as demais rodovias poderia influenciar diretamente os resultados que foram encontrados, ou seja, causaria um viés na relevância da rodovia a ser analisada individualmente.

ABSTRACT

This work aims to examine the effect of paving the BR-429 highway on healthcare networks in the area within the Legal Amazon. Data about the highway were obtained from DNIT (National Department of Transport Infrastructure) and SNV (National Road System) to create a development timeline of the highway infrastructure being studied. Healthcare network data were collected through DataSUS and CNES (National Registry of Health Establishments). Therefore, a Diff-in-Diff model (difference in differences) was used to analyze how highway paving impacted access to treatments and vaccines provided by local health facilities near or intersected by BR-429. The surface improvements over the years have led to increased vaccination coverage in the region. This supports the idea that better highway infrastructure enhances population access to health services, especially in remote areas. The main limitation was the inability to analyze the highway connection to other roads, which could directly influence the results and potentially bias the importance of the section studied individually.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Sistema Nacional de Viação - SNV

Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES

Plano Rodoviário Nacional - PRN

Média e Alta Complexidade - MAC

Sistema Único de Saúde - SUS

Planejada - PLA

Em obra de implementação - EOI

Implementada - IMP

Em obra de pavimentação - EOP

Pavimentada - PAV

Em obra de duplicação - EOD

Duplicada - DUP

Leito Natural - LEN

Sistemas de Gerência de Pavimentos - SGP

Falling Weight Deflectometer - FWD

Viabilidade Técnico-econômica e diagnóstico ambiental de rodovias - EVTEA

Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico- OCDE

Redes de Atenção à Saúde - RAS

Sistema de Informações Ambulatoriais e Hospitalares - SIA/SIH

Quilômetro - KM

Ambulatorial - Amb

Hospitalar - Hosp

Poliomielite - Pólio

Bacilo Calmette–Guérin - BCG

Oncológico - Onco

Tratamento - Trat

Distância - Dist

Diagnóstico - Diag

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TIPOS DE SUPERFÍCIES EXISTENTES NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA RODOVIA.....	13
TABELA 2: TRANSIÇÃO DA SUPERFÍCIE DAS RODOVIAS EM 2013 E 2023.....	17
TABELA 3: VARIÁVEIS ADQUIRIDAS JUNTO À BASE DOS DADOS DO BANCO DO CNES E DNIT PARA A FORMULAÇÃO DA BASE.....	26
TABELA 3: VARIÁVEIS ADQUIRIDAS JUNTO À BASE DOS DADOS DO BANCO DO CNES E DNIT PARA A FORMULAÇÃO DA BASE.....	27
TABELA 4: QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS POR CATEGORIA.....	33
TABELA 5: TABELA DE DIFERENÇA: MÉDIA, DESVIO PADRÃO E DIFERENÇA ENTRE TRATAMENTO E CONTROLE.....	35
TABELA 5: TABELA DE DIFERENÇA: MÉDIA, DESVIO PADRÃO E DIFERENÇA ENTRE TRATAMENTO E CONTROLE.....	36
TABELA 6: INDICADORES DA INFLUÊNCIA DA COBERTURA VACINAL POR 10 MIL HABITANTES	46
TABELA 7: INDICADORES DA INFLUÊNCIA SOBRE TRATAMENTOS E EXAMES POR 10 MIL HABITANTES	47
TABELA 8: INDICADORES DA INFLUÊNCIA DA COBERTURA VACINAL PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 50 KM.....	48
TABELA 9: INDICADORES DA INFLUÊNCIA SOBRE TRATAMENTOS E EXAMES PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 50 KM.....	49
TABELA 10: INDICADORES DA INFLUÊNCIA DA COBERTURA VACINAL PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 100 KM.....	50
TABELA 11: INDICADORES DA INFLUÊNCIA SOBRE TRATAMENTOS E EXAMES PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 100 KM	51
TABELA 12: INDICADORES DA INFLUÊNCIA DA COBERTURA VACINAL PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 200 KM.....	52
TABELA 13: INDICADORES DA INFLUÊNCIA SOBRE TRATAMENTOS E EXAMES PARA OS MUNICÍPIOS ATÉ 200 KM	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS E PAVIMENTADAS DO BRASIL NOS ANOS DE 2013	16
FIGURA 2: RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS E PAVIMENTADAS DA AMAZÔNIA LEGAL NOS ANOS DE 2013 E 2023	17
FIGURA 3: PIRÂMIDE HIERÁRQUICA DO SUS	20
FIGURA 5: EVOLUÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS DE MÉDIA COMPLEXIDADE AMBULATORIAL E HOSPITALAR DA AMAZÔNIA LEGAL NOS ANOS DE 2013 E 2023 ..	23
FIGURA 6: EVOLUÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS DE COMPLEXIDADE AMBULATORIAL E HOSPITALAR ALTA DA AMAZÔNIA LEGAL NOS ANOS DE 2013 E 2023	24
FIGURA 7: FAIXA DE INFLUÊNCIA DA RODOVIA 429 EM RELAÇÃO AOS MUNICÍPIOS E CENTROIDES	29
FIGURA 8: VARIAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DA BR429.....	30
FIGURA 9: FAIXA DE INFLUÊNCIA, GRUPO DE CONTROLE E MUNICÍPIOS CONTAMINADOS	33
FIGURA 10: EVOLUÇÃO ESTABELECIMENTOS COMPLEXIDADE BAIXA.....	38
FIGURA 11: EVOLUÇÃO ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE DE COMPLEXIDADE MÉDIA.....	39
FIGURA 12: EVOLUÇÃO DA COBERTURA VACINAL NO PERÍODO DE 2013 A 2019.....	40
FIGURA 13: EVOLUÇÃO DENSIDADE COBERTURA ROTAVÍRUS ANTES E DEPOIS DA INTERVENÇÃO	41
FIGURA 14: EVOLUÇÃO DENSIDADE COBERTURA FEBRE AMARELA ANTES E DEPOIS DA INTERVENÇÃO	41
FIGURA 15: EVOLUÇÃO DENSIDADE COBERTURA POLIOMIELITE E BCG ANTES E DEPOIS DA INTERVENÇÃO.....	43
FIGURA 16: EVOLUÇÃO DA MAMOGRAFIA, PRÉ-NATAL E TRATAMENTO ONCOLÓGICO NO PERÍODO DE 2013 A 2019	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3. ARCABOUÇO INSTITUCIONAL.....	12
3.1. CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS	12
3.2. REDES DE ATENÇÃO À SAÚDE BRASILEIRAS	19
4. METODOLOGIA.....	25
4.1 BASE DE DADOS.....	25
4.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	28
5 RESULTADOS	34
5.1 ANÁLISE DESCRITIVA.....	34
5.2 ESTIMAÇÕES.....	45
6 CONCLUSÃO.....	55
7 REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

Na última década, o Brasil se consolidou como um dos países com o maior número de rodovias do mundo, conta com cerca de 1,7 milhão de quilômetros em malha e fica atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia em uma classificação mundial (PROAUTO, 2022). Além disso, devido ao histórico de investimentos no setor, tem 58% do seu transporte feito por rodovias, onde já supera as taxas de Austrália, China, Rússia e Canadá (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2018). Entretanto, existe uma grande preocupação com a qualidade da malha construída. Atualmente, apenas 12,4% dessas vias (englobando as municipais e federais) são consideradas pavimentadas (CNT, 2024).

Nesse sentido, entende-se que, em algumas regiões periféricas e isoladas, a infraestrutura de transporte presente ainda é precária, carece de uma pavimentação adequada que forneça mobilidade e acessibilidade, mitigue o subdesenvolvimento em relação a outras partes do país e atenuar o isolamento geográfico e reduza os problemas relacionados à desigualdade. Uma região importante a se observar é a Amazônia Legal, onde a precariedade na estrutura rodoviária é evidente (CHEIN, ASSUNÇÃO E LEMOS, 2009; ROCHA, 2021, ASSUNÇÃO, 2022).

Em teoria, a mobilidade pode ser entendida como a capacidade de troca de informações (e comunicação) num determinado ambiente, durante um espaço de tempo, cuja intensidade é definida pela relação de proximidade entre os sujeitos envolvidos (SANTOS, 2006). Segundo Ford (1967), a expansão dos meios de transportes, especialmente o automóvel, facilitaria a comunicação e levaria o mundo ao progresso. Assim, o setor transportes constitui-se, portanto, dentro do contexto do sistema econômico, um dos mais importantes setores da produção intermediária, uma vez que alimenta todo o sistema de serviços indispensáveis à operação de cada unidade produtiva (BARAT, 1969).

Nesse contexto, destaca-se a ligação direta entre os conceitos de mobilidade e acessibilidade, uma vez que proporcionar condições de deslocamentos acessíveis e adequados permite o acesso, a integração e o convívio dos habitantes com as

idades (SOUZA, 2019). Uma infraestrutura de mobilidade eficiente, combinada com medidas destinadas a promover a acessibilidade, influencia os investimentos na perspectiva de aumentar a circulação de pessoas e mercadorias em diferentes partes do mundo (PEREIRA, 2011). Ou seja, desempenha um papel fundamental na garantia do acesso universal às diversas instalações e serviços essenciais.

No Brasil, em 1950, Juscelino Kubitschek tomou a presidência com o discurso de transformar a economia brasileira utilizando um plano capaz de fazer o Brasil crescer “50 anos em 5”. O chamado Plano de Metas previa investimentos em setores estratégicos da economia brasileira, no que diz respeito ao de transportes, teve seu foco direcionado para a política rodoviarista, como forma de promover a integração nacional e o objetivo de construir mais de 5000 km de rodovias durante seu governo.

Durante esse período foram construídas estradas muito importantes para o crescimento e desenvolvimento do país, como a Rodovia Belém-Brasília, que estabeleceu relações comerciais e promoveu o povoamento em áreas mais afastadas do Centro-Oeste e da região Norte (GOVERNO FEDERAL, 2014). Segundo Seman (2014), em 1944 foi criado no Brasil o PRN (Plano Rodoviário Nacional), que pretendia, fundamentalmente, ligar o país de Norte a Sul e cortá-lo em outras direções, estendendo sobre o território nacional uma trama de vias de comunicação eficiente.

Na prática, o que foi planejado ficou aquém do suficiente. De acordo com a pesquisa Balanço 2023 da Região Norte (2023), os sete estados da Região Norte, que somam 42,3% do território nacional, possuem apenas 18,2% das rodovias administradas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), indicando que a região é extremamente deficitária nesse quesito em relação ao restante do país (com 75,8 mil km ao todo atualmente). A falta de infraestrutura pode aprofundar as desigualdades socioeconômicas e geográficas da região, o que dificulta o acesso equitativo a serviços essenciais. Sendo assim, é evidente que os meios de transporte possuem um papel fundamental, uma vez que contribuem com a redução do tempo e da distância entre as duas localidades, e permitem o acesso fácil da população isolada a estruturas de promoção do bem-estar.

Com a finalidade de conectar internamente a região ao restante do país, a pavimentação de novas e antigas rodovias têm promovido um aumento na acessibilidade de populações mais isoladas onde a logística aquaviária não alcança, oferecendo uma alternativa ao distanciamento quase absoluto durante alguns períodos do ano. Assim, existe a expectativa de que esse fator melhore também o acesso à programas de governo, facilitando a chegada de agentes públicos e dos moradores às sedes municipais, aumentando a visibilidade dessa população isolada e acarretando maior acessibilidade à estabelecimentos de educação, segurança, saneamento, assistência social e, principalmente, saúde (IDESAM, 2018).

Economicamente, a Amazônia Legal é a região mais isolada do Brasil e, por conta disso, sua localização é um obstáculo à promoção de serviços públicos essenciais. Segundo Rocha (2021), a prestação de serviços de saúde nessa região é extremamente complexa, tanto por conta de sua geografia quanto pelo padrão de ocupação do território, bem como pelas longas distâncias e pela presença massiva da floresta. Nesse sentido, o estabelecimento de uma infraestrutura logística de qualidade é considerado fundamental para melhorar a conexão da Amazônia Legal com agentes diversos, contribuindo para o desenvolvimento econômico da região (ARAÚJO, 2022).

Na literatura, uma série de estudos relaciona a expansão de rodovias e o aumento da qualidade das vias a indicadores de promoção da saúde. Comparar o surgimento de rodovias com o aumento de estabelecimentos de saúde e entender como a qualidade e o acesso aos serviços de saúde podem ser afetados pela conectividade do transporte, bem como observar se essas conexões aumentam e facilitam a demanda da população por meio da mobilidade, são os primeiros passos para contribuir com essa investigação (FERREIRA & DA GRAÇA RAFFO, 2013; VOAHIRANA & RAJOELA, 2018). Segundo Iimi & Rao (2018), o sucesso no acesso a serviços essenciais, como a saúde, por exemplo, está relacionado à existência de uma infraestrutura de transporte qualificada. Dessa forma, o objetivo da pesquisa é entender a relação entre a presença de rodovias pavimentadas e o acesso da população isolada à saúde, bem como compreender como o processo de pavimentação e as melhorias ao longo da rodovia influenciam essa questão.

Sendo assim, utilizando dados divulgados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e pelo Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), disponibilizados pelo Ministério da Saúde, analisa-se qual o impacto da rodovia BR-429 no acesso à saúde da população mais isolada, levando em conta o efeito exógeno da pavimentação de rodovia e o efeito das melhorias na infraestrutura da estrada, além da distância da rodovias dos centros administrativos das cidades e qual seu impacto no deslocamento até o estabelecimento de saúde mais próximo. O texto a seguir é dividido em 6 seções, sendo a seção 1 a introdução. A seção 2 faz uma análise do cenário brasileiro e da Amazônia legal no que diz respeito à saúde e rodovias. A seção 3 traz uma revisão da literatura já estudada acerca do tema. A seção 4 apresenta a metodologia utilizada para analisar tal relação. A seção 5 exhibe os resultados encontrados na análise, Por último, a seção 6 conclui o artigo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para tratar o surgimento de rodovias como fator influenciador no acesso à saúde de populações isoladas, é imprescindível considerar literaturas anteriores que já trataram da relação entre rodovia e acessibilidade, tanto em outras regiões do Brasil, quanto em outros países. Ademais, é necessário entender como se dá o impacto da construção das rodovias nessas regiões e como funciona a questão de acessibilidade dos povos isolados no que diz respeito à saúde.

Na literatura internacional, Voahirana & Rajoela (2018) realizaram uma pesquisa a fim de entender como a qualidade e a disponibilidade dos serviços de saúde de Madagascar são afetadas pela conexão de transportes, e se isso tem influência na demanda por cuidados de saúde, principalmente da população rural. Os resultados apontam que, quanto mais conectadas as instalações de saúde estiverem, maior é a probabilidade de aumento na demanda por serviços de saúde, especialmente em áreas rurais onde a acessibilidade é limitada, e que a falta de conectividade de transporte e a escassez de suprimentos médicos podem suprimir ainda mais a demanda por serviços de saúde. Para os autores, os dados comprovam a importância de garantir o acesso de populações isoladas aos serviços, além de serem significativos para analisar um contexto semelhante em outras partes do mundo.

Na Libéria, o mesmo autor investiga e analisa a relação entre a infraestrutura de transporte, especificamente a densidade de estradas, e o acesso aos serviços de saúde, em áreas rurais e remotas do país. Os resultados apontaram que a densidade de estradas tem um efeito positivo no acesso aos serviços de saúde, principalmente em áreas com distância de 30 a 50 quilômetros de um estabelecimento de saúde e a infraestrutura de transporte desempenha um papel crucial na facilitação do acesso a instalações de saúde, permitindo que os pacientes cheguem mais facilmente aos serviços médicos necessários. Todavia, a qualidade das estradas não teve um efeito significativo, possivelmente devido à condição precária das estradas do país. (IIMI & RAO, 2018)

Em Moçambique, por sua vez, a melhoria das estradas ao longo do tempo influenciou o comportamento das pessoas em relação ao acesso aos cuidados de saúde (IIMI, 2021). Os autores combinaram análises estatísticas com dados espaciais e microeconômicos para avaliar o impacto da conectividade de transporte na acessibilidade aos serviços de saúde no país e os resultados indicam que, em contraste com o estudo realizado na Libéria (IIMI & RAO, 2018), a melhoria da qualidade das estradas em Moçambique teve um impacto significativo no comportamento das pessoas em relação ao acesso aos cuidados de saúde uma vez que reduziu-se o tempo de chegada aos estabelecimentos, facilitando o acesso da população e o uso do transporte de emergência. Assim como observado em outros estudos, a conectividade de transporte desempenha um papel fundamental na decisão das pessoas de buscar atendimento médico, especialmente em emergências.

Wolfe *et al.* (2020) realizaram um estudo a fim de quantificar o número de pessoas nos Estados Unidos que atrasam o atendimento médico anualmente devido à falta de transporte disponível, e examinar a prevalência diferencial desse impasse para adultos através de características sociodemográficas. Através de uma análise de regressão *joinpoint* foi constatado que, no ano de 2017, 5,8 milhões de pessoas atrasaram seus atendimentos devido a ausência do transporte. Ademais, concluíram que tais barreiras de transporte para os cuidados de saúde têm um impacto desproporcional sobre indivíduos pobres e portadores de condições crônicas.

No contexto brasileiro, o impacto das rodovias no acesso à saúde é visto primeiramente na área da geografia. Através de Ferreira & Da Graça Raffo (2013), com o objetivo de construir uma síntese cartográfica da acessibilidade geográfica aos serviços de saúde na região rural de Registro (SP), foi analisada uma queda na acessibilidade da população rural aos municípios que estão espacialmente mais distantes das cidades de Registro, Pariquera-Açu e Juquiá, pois estes são municípios que agregam serviços de saúde de maior complexidade. De acordo com o autor, a via arterial BR-116 é fundamental para o acesso de populações mais isoladas aos centros de saúde das áreas urbanas, visto que há uma clara relação de

ganho de tempo de viagem quando os acessos se dão por rede rodoviária pavimentada.

Nesse sentido, Santos (2014) analisa o acesso a serviços de Média e Alta Complexidade (MAC) por usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) em pequenos municípios, destacando a dificuldade de acesso devido à falta de estrutura nessas localidades. A pesquisa realizada no estado de Minas Gerais revela que a descentralização do SUS, que visava facilitar o acesso à saúde, muitas vezes não atende às necessidades dos pequenos municípios, dificultando a continuidade dos cuidados de saúde para a população carente dessas regiões. Como resultado dessa pesquisa é apontada a importância de compreender como as práticas políticas locais impactam diretamente a disponibilidade e o acesso aos serviços de saúde em pequenos municípios, ressaltando a necessidade de políticas mais eficazes e transparentes para garantir o acesso equitativo e adequado à saúde para toda a população.

Direcionando o enfoque para a região amazônica, Guimarães *et al* (2016), observam que a Amazônia é a região com maior taxa de fertilidade no Brasil e a terceira maior taxa de mortalidade. Em seu estudo, avalia as mudanças na assistência pré-natal e no parto no município de Assis Brasil, Acre, antes e depois da construção da Rodovia do Pacífico. A autora destaca que os indicadores de atenção ao cuidado pré-natal são muito precários, em parte pela geografia e pela política de isolamento. Ademais, observa-se um aumento no número de profissionais e unidades de saúde na área, o que pode ter contribuído para uma maior cobertura de partos em hospitais. Contudo, não foi constatado melhorias significativas na proporção de mulheres que acessam o cuidado pré-natal, em descompasso com as expectativas previamente estabelecidas. Os resultados sugerem que, embora tenha havido melhorias na infraestrutura de saúde e na cobertura de partos em hospitais após a construção da Rodovia do Pacífico, os desafios persistem em garantir um acesso adequado ao cuidado pré-natal e no parto para as mulheres da região.

Na mesma área, Rocha (2021) realizou um estudo com o objetivo de caracterizar de maneira sistemática a evolução recente e o quadro atual da saúde da população da Amazônia legal. Dentre os maiores desafios para a Amazônia Legal,

destacam-se os indicadores de saúde e acesso a serviços de saúde. A entrega de serviços de saúde na região é extremamente complexa por conta de sua geografia, pelo padrão de ocupação do território, dentre inúmeros fatores. Foi observado, por exemplo, que o número de hospitais privados com leitos vinculados ao SUS caiu relativamente na Amazônia Legal em comparação com o restante do país.

Em resumo, existe uma literatura muito vasta que reconhece a necessidade de realizar estudos na área em questão. É importante destacar que a busca sobre a influência das rodovias da região Norte na acessibilidade à saúde da população isolada da área deve ser estimulada. Para isso, o caminho será guiado por autores que já trataram da relação entre conectividade de transportes e acesso à saúde, como tratado no terceiro tópico da presente revisão. Nesse sentido, Voahirana A, Rajoela H (2018) é colocado como principal referência e motivação da pesquisa.

3. ARCABOUÇO INSTITUCIONAL

Considerando a relação entre as rodovias e os estabelecimentos de saúde proposta, é importante que sejam destacados os processos de criação das rodovias e dos estabelecimentos de saúde, e como procedem seus funcionamentos. Nesse sentido, a seguinte seção é dividida em dois tópicos e aponta, primeiramente, as características de uma rodovia, levando em conta tanto seu estado físico, quanto sua caracterização por lei. Já no segundo tópico, há uma abordagem sobre como funciona o sistema de saúde brasileiro e a configuração de seus estabelecimentos.

3.1. Características das Rodovias

Através do documento Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas¹ (2007), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), e do Glossário de Termos Técnicos Rodoviários, do Departamento Nacional de Estradas e Rodagens², busca-se delinear alguns serviços e relatórios significativos para a pesquisa, ou seja, definir os conceitos de jurisdição, administração, construção e manutenção, custos e impactos ambientais. Neles, são apresentados alguns termos essenciais para a caracterização das rodovias e suas respectivas construções.

Em relação à jurisdição de rodovias, a classificação pode levar em consideração a quem a responsabilidade da via é atribuída. Uma rodovia federal, por exemplo, pode ter administração direta (administrada pelo DNIT), administração delegada (pelo Município, Estado ou Distrito Federal a partir da delegação do DNIT) ou Rodovia concedida (pela iniciativa privada). Já as rodovias estaduais ou municipais coincidentes, são aquelas construídas e administradas pelos Estados ou Municípios sobre a diretriz de uma Rodovia Federal Planejada, não se encontrando sob jurisdição federal.

¹ Terminologias Rodoviárias.

<https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/terminologias_rodoviaras_versao_1_1_dnit_2007.pdf>. Data de acesso: 04 de jul 2025.

² Glossário de Termos Técnicos do Departamento Nacional de Transportes.

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/700_glossario_de_termos_tecnicos.pdf/view>. Data de acesso: 04 de jul.

Outro ponto importante a ser discutido é a situação física das rodovias, uma vez que essa característica influencia diretamente na infraestrutura da área em que estão inseridas. Sua circunstância pode ser classificada por estágios, visto a existência de um processo extenso até o surgimento da rodovia por completo. Isso posto, sua situação pode ser definida de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de superfícies existentes no processo de construção de uma rodovia

Nomenclatura	Sigla	Definição
Planejada	PLA	Fisicamente inexistente, mas para as quais são previstos pontos de passagem
Em obra de implementação	EOI	Trechos de rodovia planejada ou em leito natural em que se estejam executando serviços de implantação
Implementada	IMP	Construídas de acordo com as normas rodoviárias que normalmente apresentam sua superfície em revestimento primário e permite tráfego o ano todo
Em obra de Pavimentação	EOP	Trechos de rodovia implantada em que se estejam executando serviços de pavimentação
Pavimentada	PAV	Rodovias implantadas que apresentam sua superfície com pavimento asfáltico, de concreto, cimento ou de alvenaria poliédrica
Em obra de duplicação	EOD	Trechos de rodovia pavimentada em que se estejam executando serviços de duplicação
Duplicada	DUP	Formadas por duas pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, separadas por canteiro central, por separador rígido ou ainda com traçados separados muitas vezes contornando obstáculos

Fonte: Elaboração Própria com base nas informações do documento Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas (2007)

Existem também algumas rodovias que não atendem às normas rodoviárias de projeto geométrico, não se enquadrando em nenhuma das classes de rodovias estabelecidas pelo DNIT, e são chamadas de leito natural (LEN). Sua superfície apresenta-se no próprio terreno natural, dessa forma pode ser classificada também como implementada (uma vez que consta sua existência), e como não pavimentada, visto que não existe obra de pavimentação no local.

Além da construção das rodovias, discutir sua manutenção também é relevante, visto que mantém a rodovia em condições satisfatórias de operação. Neste caso, obras e serviços podem ser de caráter preventivo ou corretivo, sendo classificados como: obras de restauração (operações destinadas a restabelecer o perfeito funcionamento de um bem deteriorado ou avariado, e restabelecer na íntegra, suas características técnicas originais), obras de reconstrução (Tem o objetivo de reestruturar o pavimento de tal forma que a estrutura resultante possa suportar a repetição das cargas por eixo incidentes, em condições de segurança e conforto para o usuário, durante o novo período de projeto estabelecido), serviços de reciclagem, também conhecido como "Regeneração de Pavimento Asfáltico" (Trata-se do processo de recuperação de pavimentos com a reutilização de material resultante da fresagem do trecho deteriorado), serviços de reperfilagem (Operação destinada a restaurar ou aperfeiçoar o perfil inicial de um pavimento), como as obras de pavimentação, e obras de conservação (conjunto de operações destinadas a preservar as características técnicas e operacionais de uma rodovia ou obra-de-arte de acordo com sua concepção original), como as obras de implementação.

Por fim, os sistemas de gerência de pavimentos (SGP), são essenciais para interagir mutuamente o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. Alguns sistemas, como o de avaliação estrutural (aquele que avalia a estrutura do pavimento), são relevantes. Essas avaliações são feitas utilizando alguns equipamentos como o *Viga Benkelman* ou *Falling Weight Deflectometer (FWD)* - que registram as bacias de deformações (deflexões) geradas por diferentes níveis de cargas. Existe também a análise de custo-benefício, um estudo econômico que visa relacionar entre as condições mais favoráveis, o dispêndio monetário e os resultados decorrentes, e que, embora não sendo dirigido a uma resposta final,

permite orientar a tomada de decisões quanto à alternativa a tomar, dentro de um cenário orçamentário escolhido.

Ademais, existem alguns estudos importantes como o estudo de Viabilidade Técnico-econômica e diagnóstico ambiental de rodovias (EVTEA) - conjunto de estudos desenvolvidos para avaliação dos benefícios sociais e econômicos decorrentes dos investimentos em implantação de novas rodovias ou melhoramentos de rodovias já existentes, com a identificação dos respectivos impactos ambientais decorrentes - e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que apresenta os resultados dos estudos técnicos e científicos de avaliação de impacto ambiental. Tais estudos são considerados relevantes uma vez que o contexto das rodovias localizadas na região Norte do país possui ligação direta com a questão ambiental, levando em conta o mantimento de áreas de preservação e a redução do desmatamento.

Em suma, é imprescindível o entendimento dos conceitos de ambas as áreas, uma vez que se busca entender qual o efeito das rodovias no que diz respeito ao acesso da população à saúde nas regiões mais isoladas, como é o caso da Região Norte. Ligado a isso, identificar o estado da rodovia (superfície) e o nível de complexidade dos estabelecimentos de saúde é essencial para se obter uma análise mais detalhada dessa relação.

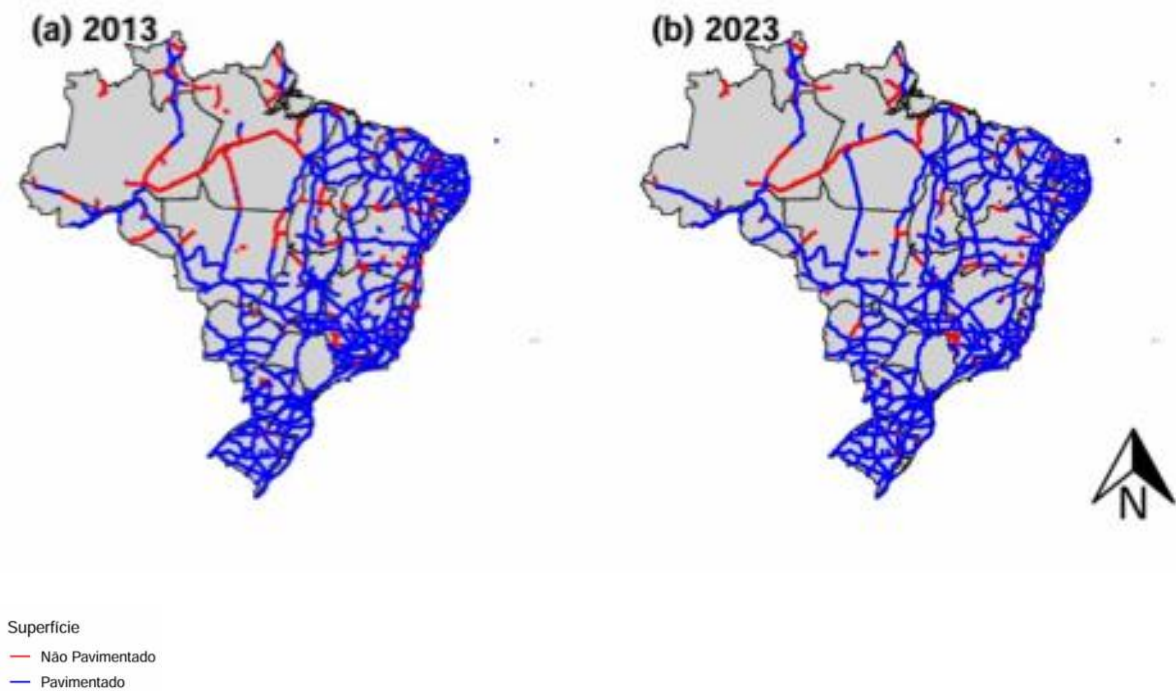
3.1.1. Rodovias e Amazônia Legal: O caso da BR 429

Ao contextualizar para a Amazônia Legal, tratando-se da integração da região Norte do Brasil, algumas rodovias são relevantes ao considerar a questão do desenvolvimento regional. Rodovias como a Transamazônica, Cuiabá-Santarém, Cuiabá-Porto Velho, Belém-Teresina, entre outras, foram determinantes no processo de urbanização das regiões e na sua integração com o restante do país (CHEIN, ASSUNÇÃO E LEMOS, 2009).

As Figuras 1 e 2 retratam a evolução das rodovias federais pavimentadas e não pavimentadas durante o período de 2013 e 2023, primeiramente para o Brasil e depois para a Amazônia legal. É notável o surgimento de novas rodovias neste

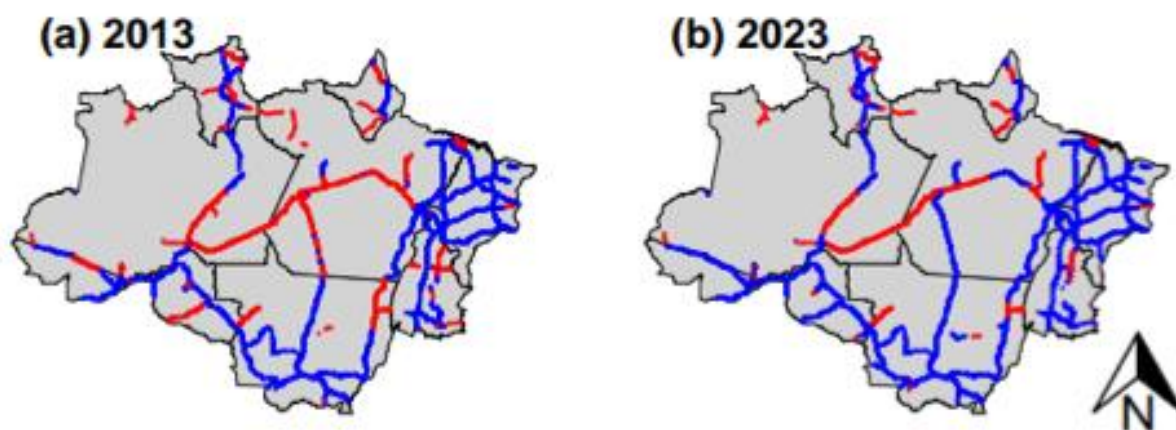
período e a transformação de rodovias já existentes, ou seja, uma mudança em sua estrutura, de planejada para não pavimentada/pavimentada e de não pavimentada para pavimentada. As rodovias planejadas não são demonstradas em um primeiro momento, pois elas são inexistentes fisicamente. Pode-se observar na Figura 1 a grande quantidade de rodovias presentes no país. Pela figura podemos observar a predominância de rodovias pavimentadas, uma vez que se tem como base apenas as rodovias consideradas oficiais pelo DNIT.

Figura 1: Rodovias não pavimentadas e pavimentadas do Brasil nos anos de 2013



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Sistema Nacional de Viação (SNV).

Figura 2: Rodovias não pavimentadas e pavimentadas da Amazônia Legal nos anos de 2013 e 2023



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Sistema Nacional de Viação (SNV)

Além disso, é perceptível também a exclusão de algumas rodovias no ano de 2023. A Tabela 2 mostra a transição sofrida pelos trechos, medidos em quilômetros, das rodovias no período. É possível perceber que muitas rodovias que antes eram não pavimentadas e pavimentadas voltam a se enquadrar na categoria PLA (planejada), o que traz a hipótese de que algumas rodovias começaram o processo de implantação e pavimentação, mas não tiveram prosseguimento, fazendo com que elas desapareçam do mapa. É importante ressaltar que a cada ano, a situação da superfície dos trechos é atualizada e muitas delas sofrem tais mudanças.

Tabela 2: Transição da superfície das rodovias em 2013 e 2023

Superfície		Quantidade de Trechos
Em 2013	Em 2023	
N_PAV	N_PAV	648
	PAV	651
	TRV	19

	PLA	194
	PAV	16.704
PAV	N_PAV	132
	PLA	2.019
	TRV	17

Fonte: Elaboração Própria com base nas informações do DNIT e SNV

Ao retomar a Figura 2, é retratada a evolução de rodovias específicas da Amazônia Legal, onde pode-se destacar o caso da RO-429, que é uma rodovia federal de ligação brasileira criada e introduzida no Plano Nacional de Viação pela lei federal nº 5.917 de 10 de setembro de 1973, mas que somente em 1984, com sua implantação, passou a existir de fato. É localizada no estado de Rondônia e liga seis municípios: Presidente Médici, Alvorada do Oeste, São Miguel do Guaporé, Seringueiras, São Francisco do Guaporé e Costa Marques. Além disso, a rodovia faz fronteira com a Bolívia e permitiu, no ano de 2020, uma melhoria na chegada de energia para as cidades ao seu entorno, o que contribuiu para um maior desenvolvimento da região. (ENERGISA, 2021)

A presença da BR-429 é fundamental para o desenvolvimento da região, proporcionando oportunidades econômicas e sociais para as comunidades ao longo de seu trajeto. A rodovia fortalece a infraestrutura logística, impulsionando setores como o agronegócio e o comércio local e é importante rota de escoamento da forte pecuária da região. No ano de 2024, a rodovia começou a ser revitalizada. Segundo o departamento nacional de infraestrutura e transporte (DNIT), além de assegurar mais segurança e fluidez viária, tais melhorias contribuem com desenvolvimento econômico, beneficiando os setores agropecuário, turístico e cultural no noroeste do estado. (GOVERNO FEDERAL, 2024)

Ademais, a rodovia possibilitou o surgimento de uma nova rota de ônibus para a região. O projeto implementado, além de melhorar o transporte, reflete a boa política e o alinhamento de prioridades em favor da população. Com a entrega do meio de transporte, a BR-429 leva a região em direção à equidade no acesso à

saúde.³ Tal fato é relevante, uma vez que, como supracitado, a região carece de infraestrutura adequada para um acesso facilitado da população aos serviços essenciais.

3.2. Redes de atenção à saúde brasileiras

De acordo com o Ministério da Saúde, o Sistema Único de Saúde (SUS) é uma entidade composta pelo Ministério da Saúde, os Estados e os Municípios, conforme estabelecido pela Constituição Federal. Os princípios e a estrutura atuais do SUS foram concebidos em 1988, após a aprovação da nova Constituição brasileira, a qual estabeleceu a saúde como um direito universal de toda a população e uma responsabilidade do Estado (OCDE, 2022). Entre os princípios organizacionais que regem o sistema, destacam-se a regionalização e hierarquização, os quais evidenciam que os serviços de saúde devem ser estruturados em diferentes níveis de complexidade, delimitados geograficamente, e planejados com base em critérios epidemiológicos, levando em consideração as características da população a ser atendida.

Trata-se da estrutura responsável por organizar a descentralização das ações e serviços de saúde no país, materializada por meio da organização das Redes de Atenção à Saúde (RAS). Seu principal objetivo é promover a equidade, a integralidade na atenção à saúde, a racionalização dos gastos e otimização dos recursos (com ganho de escala), bem como estabelecer mecanismos de governança e a atuação do Estado orientada pela lógica dos interesses coletivos e do SUS no espaço regional.

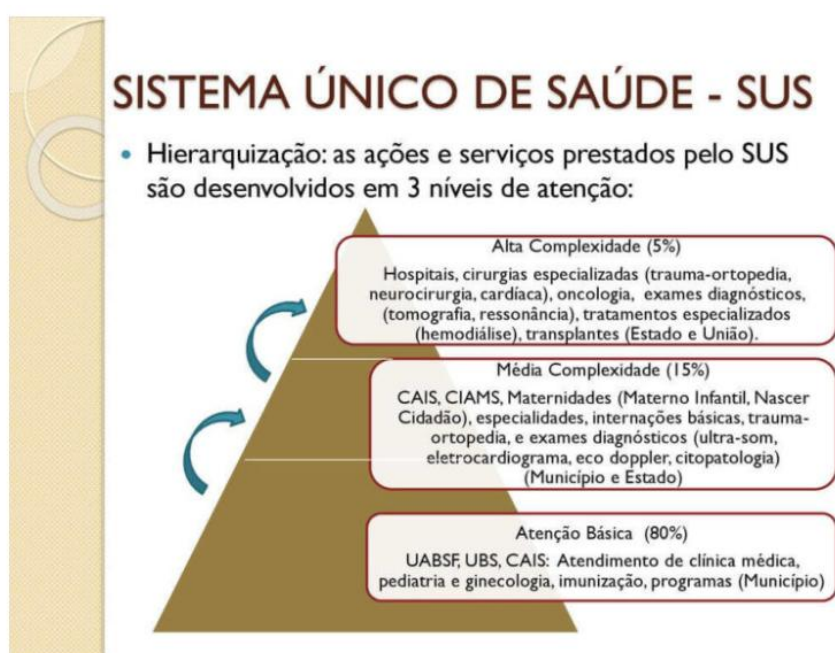
Por outro lado, a hierarquização implica na segmentação dos serviços de saúde em diferentes níveis de atenção, garantindo o acesso adequado aos serviços de acordo com a complexidade demandada pelo caso clínico, dentro das limitações dos recursos disponíveis em uma determinada região. Nesse sentido, é fundamental

³ Novo ônibus para transporte de pacientes: Um avanço na saúde e dignidade. <

para que o SUS funcione de maneira eficiente, garantindo que cada pessoa receba o atendimento adequado de acordo com suas necessidades de saúde.

Visto que os serviços são organizados em diferentes níveis, desde a atenção básica até a alta complexidade, cada nível tem sua função e deve trabalhar de forma integrada para oferecer assistência à população. Os níveis de atenção à saúde estruturam-se por arranjos produtivos conformados segundo as densidades tecnológicas singulares, variando da atenção primária à saúde (nível de menor densidade), a atenção secundária (de densidade tecnológica intermediária), até a atenção terciária (de maior densidade tecnológica). Os níveis de atenção à saúde são fundamentais para o uso racional dos recursos e estabelecer o foco gerencial dos entes de governança das Redes de Atenção à Saúde (MENDES, 2010).

Figura 3: Pirâmide hierárquica do SUS



Fonte: Site Cartão do SUS info

Nas RASs, o conceito de hierarquia é substituído pelo de poliarquia, com o sistema se organizando sob a forma de uma rede horizontal de atenção. Existe, portanto, a conformação de uma rede horizontal de pontos de atenção à saúde de distintas densidades tecnológicas e seus sistemas de apoio, sem ordem e sem grau de importância entre eles (MENDES, 2010). Todos os pontos de atenção à saúde são igualmente importantes para que se cumpram os objetivos das redes e se

diferenciam pelas diferentes densidades tecnológicas que os caracterizam. O sistema de saúde brasileiro tem como prioridade a atenção primária, favorecendo o acesso aos serviços de saúde a nível comum.

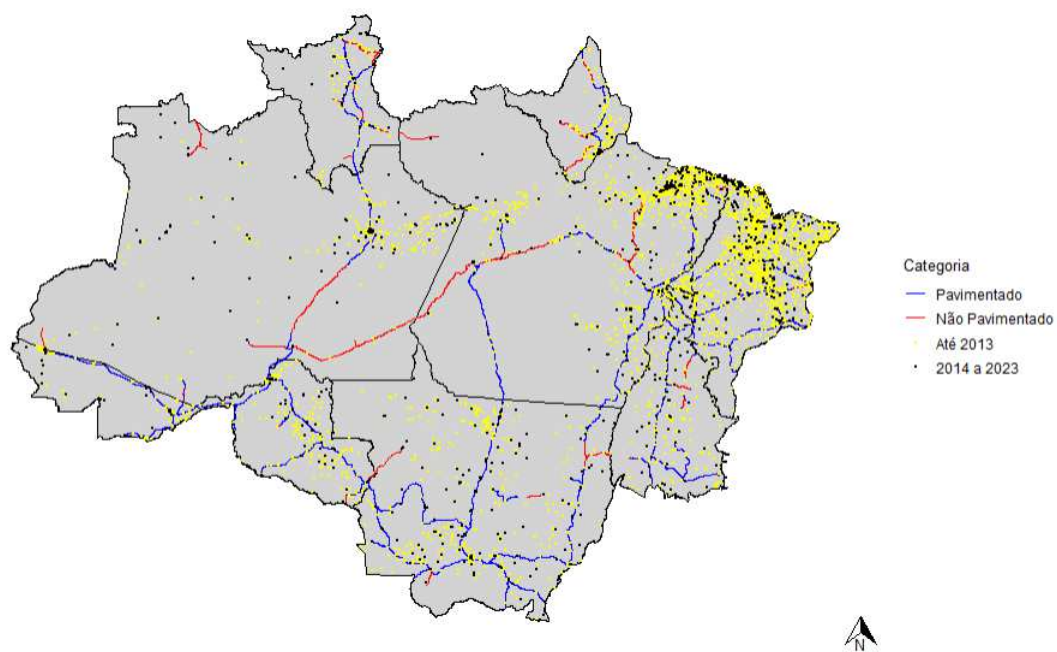
Se tratando de redes de atenção à saúde, faz-se necessário citar os estabelecimentos de saúde, que são as unidades físicas onde são ofertados os serviços de saúde e que estão inseridos dentro de uma rede de atenção. As informações dos estabelecimentos de saúde brasileiros são encontradas no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o qual informa o tipo de complexidade do estabelecimento, tal como os equipamentos, serviços disponíveis e se existe a oferta pública e privada de tais serviços no local. O CNES visa ser a base para operacionalizar os Sistemas de Informações em Saúde, sendo estes imprescindíveis a um gerenciamento eficaz e eficiente do SUS (Ministério da Saúde).

3.2.1. Estabelecimentos de saúde e Amazônia Legal

Aplicando o contexto à Amazônia legal, a infraestrutura da atenção básica é mais precária na região. A escassez de recursos também é maior na Amazônia Legal com relação aos profissionais de saúde. Apesar do avanço recente nos indicadores, a relação de médicos por habitante na região era metade daquela observada no resto do país. A evolução da saúde na Amazônia Legal tem sido lenta e os indicadores nos mostram que sobram desafios. Por um lado, tem-se observado ganhos de expectativa de vida na região. Por outro lado, este avanço não tem sido o suficiente para a eliminação de desigualdades com relação ao restante do país e levanta preocupações com relação ao futuro da saúde na região. (ROCHA, 2021).

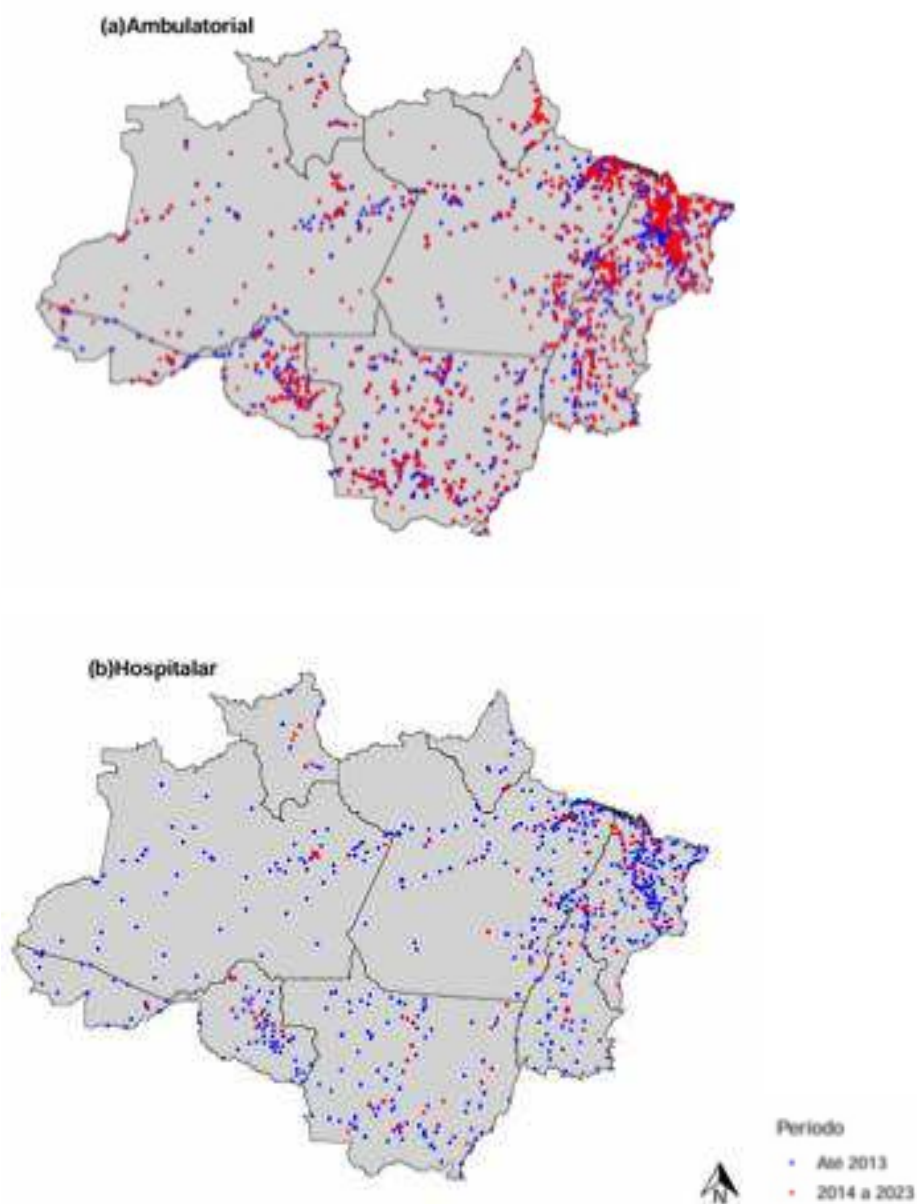
A Figura 4 aponta a quantidade de estabelecimentos de complexidade ambulatorial básica que surgiram no período de 2013 a 2023. As Figuras 5 e 6 mostram a evolução do número de estabelecimentos de saúde na Amazônia legal das complexidades média e alta. Observa-se um aumento da quantidade de estabelecimentos durante esse tempo, porém cabe avaliar como se dá a acessibilidade aos mesmos. Além disso, pode-se observar a ausência de estabelecimentos hospitalares na complexidade básica, uma vez que seus serviços e tecnologias são caracterizados dentro das atenções média e alta.

Figura 4: Estabelecimentos de complexidade ambulatorial básica da Amazônia Legal nos anos de 2013 e 2023



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Figura 5: Evolução dos estabelecimentos de média complexidade ambulatorial e hospitalar da Amazônia Legal nos anos de 2013 e 2023

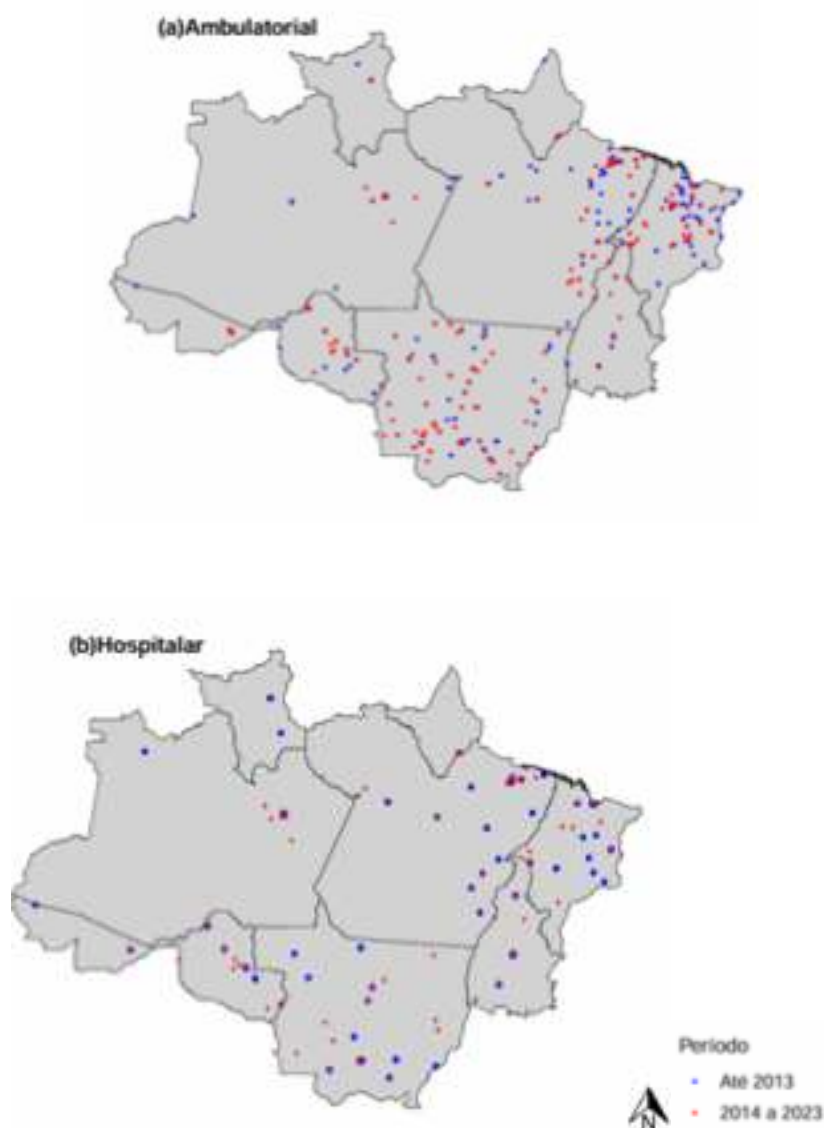


Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Vale ressaltar que a evolução de estabelecimentos de complexidade básica é muito maior que os de complexidade média e alta, como os analisados nas Figuras 5 e 6. Os estabelecimentos de saúde de complexidade básica no Brasil como um todo correspondem a 80% dos estabelecimentos de saúde do país, enquanto os de

média e baixa correspondem a 15% e 5%, respectivamente. Isso se dá devido ao tipo de serviço ofertado por cada uma das complexidades, uma vez que a assistência básica possui atendimentos primários em relação às demais. Tal fato pode ser comprovado pela Figura 3, que indica a pirâmide hierárquica do SUS, ou seja, quais os níveis de complexidade estão presentes e quais são os estabelecimentos que se encaixam em cada um deles.

Figura 6: Evolução dos estabelecimentos de complexidade ambulatorial e hospitalar alta da Amazônia Legal nos anos de 2013 e 2023



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

4. METODOLOGIA

4.1 BASE DE DADOS

Com o objetivo de identificar os efeitos da rodovia no acesso à saúde, foram coletados dados oriundos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), e do Sistema de Informações Ambulatoriais e Hospitalares (SIA/SIH) disponibilizados pelo Ministério da Saúde. De um lado, a principal fonte de dados foi o conjunto de shapes e planilhas disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Viação (SNV), atualizadas ao final de todos os anos, como forma de entender como se deram as evoluções da rodovia nesse período. O recorte dos dados foi realizado a partir da última divulgação de cada ano. Do outro, analisamos dados do dataSUS a fim de observar o surgimento de novos estabelecimentos durante o período de 2013 a 2023 no entorno da rodovia.

As planilhas do SNV permitem a análise detalhada das obras realizadas nas rodovias de todo o Brasil, desde pavimentações e restaurações, até construções de novos trechos. Os dados disponíveis também apresentam as características da via durante o período. Além disso, é possível compreender a localização exata de tais rodovias, bem como seu local de início e fim. Com essas informações pode-se, portanto, acompanhar as mudanças sofridas pela rodovia e como isso afeta a infraestrutura do ambiente em que está localizada.

Além do que se apresenta na base de dados supracitada, o levantamento de informações do DataSUS (CNES, SIA e SIH) é essencial para compreender a localização dos estabelecimentos de Saúde em todo o país. Por possuir uma cobertura temporal extensa, permite analisar quando se deu o surgimento de determinados estabelecimentos, tal como suas características detalhadas. Isso posto, tais dados contribuirão para observar se, e como se deu o aumento dessas instituições na área a ser estudada. Em suma, as informações disponíveis na base de dados podem ser visualizadas na Tabela 3.

É importante ressaltar que os resultados estão baseados na proporção de estabelecimentos a cada 10 mil habitantes.

Tabela 3: Variáveis adquiridas junto à Base dos dados do banco do CNES e DNIT para a formulação da base

(continua)

Variável	Informação da Variável
Variáveis de Identificação	
Ano	Ano (os quais o estabelecimento existe/existiu)
ID dos estabelecimentos	Números de identificação atribuídos ao Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde no Brasil.
Sigla	Sigla da Unidade da Federação a qual o estabelecimento pertence
Grau de dependência	Possibilita a identificação da oferta de ações e serviços pelos estabelecimentos de saúde, considerando infraestrutura existente, densidade tecnológica, natureza jurídica e recursos humanos.
Indicador de vínculo com SUS	Indica se o estabelecimento possui ou não vínculo com sus
Tipo de unidade	Indica se o estabelecimento é Posto de Saúde, Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde, Policlínica, Hospital Geral, Hospital Especializado, Unidade Mista, entre outros
Municípios	Municípios da Amazônia Legal nos quais estão os estabelecimentos que serão observados
Variáveis de Gestão	
Indicador de atenção hospitalar	Indica a existência de atenção hospitalar e a tecnologia do estabelecimento
Indicador de gestão média hospitalar	Indicador se a gestão da atividade média complexidade hospitalar é estadual
Indicador de gestão alta hospitalar	Indicador se a gestão da atividade alta complexidade hospitalar é estadual
Indicador de atenção ambulatorial	Indica a existência atenção ambulatorial e a tecnologia do estabelecimento
Indicador de gestão básica ambulatorial	Indicador se a gestão da atividade atenção básica ambulatorial é estadual
Indicador de gestão média ambulatorial	Indicador se a gestão da atividade média complexidade ambulatorial é estadual
Indicador de gestão alta ambulatorial	Indicador se a gestão da atividade alta complexidade ambulatorial é estadual

Tabela 3: Variáveis adquiridas junto à Base dos dados do banco do CNES e DNIT para a formulação da base

Variável	Informação da Variável
Variáveis de Identificação	
Variáveis de Atenção	
Tipo de serviço	Classificação do tipo de serviço prestado em cada estabelecimento
Complexidade do procedimento	Complexidade dos procedimentos prestados em cada estabelecimento
Variáveis Dependentes	
Básica ambulatorial	Proporção dos estabelecimentos de complexidade básica ambulatorial pela população
Média ambulatorial	Proporção dos estabelecimentos de complexidade média ambulatorial pela população
Alta ambulatorial	Proporção dos estabelecimentos de complexidade alta ambulatorial pela população
Média hospitalar	Proporção dos estabelecimentos de complexidade média hospitalar pela população
Alta hospitalar	Proporção dos estabelecimentos de complexidade alta hospitalar pela população
Cobertura da Vacinação de Rotavírus	Cobertura vacinal contra o rotavírus na região da Amazônia Legal (%)
Cobertura da Vacinação de Pólio	Cobertura vacinal contra a poliomielite na região da Amazônia Legal (%)
Cobertura da Vacinação de Febre Amarela	Cobertura vacinal contra a febre amarela na região da Amazônia Legal (%)
Cobertura da Vacinação de BCG	Cobertura vacinal BCG na região da Amazônia Legal (%)
Mamografia	Cobertura dos exames de mamografia na região da Amazônia Legal (%)
Tratamento Oncológico	Cobertura do tratamento oncológico total na região da Amazônia Legal (%)
Tratamento Oncológico por mais de um ano	Cobertura do tratamento oncológico por mais de 1 ano na região da Amazônia Legal (%)
Diagnostico Oncologico	Diagnóstico oncológico total na região da Amazônia Legal (%)
Percentual de consultas mínimas pré natal	total de consultas pré natal realizadas na região da Amazônia Legal (%)
Variáveis de Georeferenciamento	
Latitude	Latitude do Endereço do Estabelecimento
Longitude	Longitude do Endereço do Estabelecimento

Fonte: Elaboração própria utilizando informações da Base dos dados do CNES, SIA, SIH, DNIT e IBGE

4.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

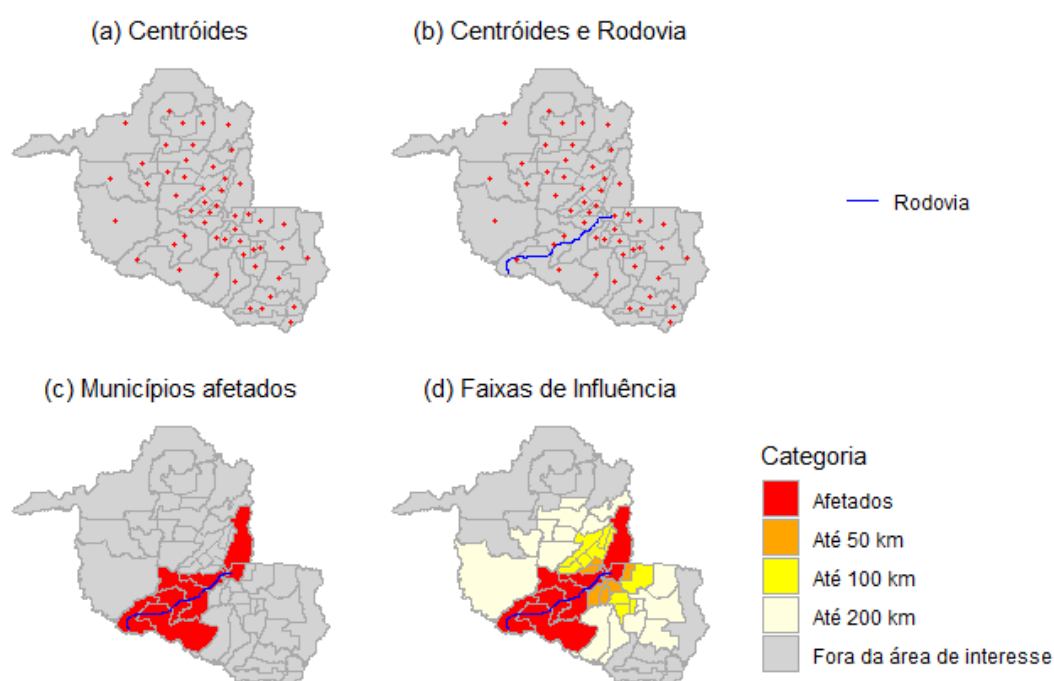
Tendo em vista a existência de dados do SNV, DNIT e do CNES entre o período de 2013 a 2023, pode-se observar se existe alguma correlação ou efeito da pavimentação de rodovias nesse período e o acesso aos estabelecimentos de saúde na Amazônia Legal. Nesse sentido, o estudo proposto caminha para uma estimação de um modelo de diferenças em diferenças simples (*diff-in-diff*). Tal técnica avalia o efeito de políticas ou intervenções (nesse caso as rodovias) em um grupo específico (estabelecimentos de saúde) em comparação com outro grupo que não foi afetado pela política.

Utilizando a rodovia como uma variação exógena na distância da população até os estabelecimentos mais próximos, busca-se entender se uma possível facilitação do acesso impactou no aumento de consultas e tratamentos preventivos e, até mesmo, no aumento da vacinação. Para isso, utilizaremos as variáveis de cobertura vacinal, tratamento oncológico e consultas pré-natal, presentes na tabela 2. Pretende-se avaliar como essas variáveis se comportaram após o surgimento da pavimentação da rodovia. Outro ponto a se pensar é que o aumento dessa demanda pode ter ocasionado a melhora dos equipamentos e especialistas, ou até mesmo construção de outras unidades, como supracitado.

Primeiro, pode-se entender se a construção da estrada influenciou no aumento de estabelecimentos de saúde, como uma forma de promoção de infraestrutura para a área. É perceptível o aumento do número de estabelecimentos de saúde durante esse período e o crescimento das rodovias na localidade, como visto anteriormente. Segundo, nos lugares onde já havia os estabelecimentos, se a estrada funcionou como um facilitador da chegada dos pacientes, levando em consideração também se houve um aumento da assistência de atendimentos atrelada a acessibilidade, e conseqüentemente, da oferta de serviços no local. A construção das rodovias pode possibilitar uma maior proximidade com os estabelecimentos de saúde visto que, por interligar dois pólos, as cidades localizadas durante o trajeto também são afetadas.

A Figura 7 foi montada levando em consideração a localização dos municípios e seus centroides, ou seja, centros de referência. Pode-se observar em 7 (a) como se dá a distribuição dos centroides e em 7 (b) a sua relação com a rodovia a ser analisada (neste caso a BR-429). Para tal análise foram retiradas as pontas das rodovias devido ao fato de que elas podem estar conectadas com outras rodovias, o que pode impactar na análise e impedir a captação do efeito da rodovia individualmente.

Figura 7: Faixa de influência da rodovia 429 em relação aos municípios e centroides



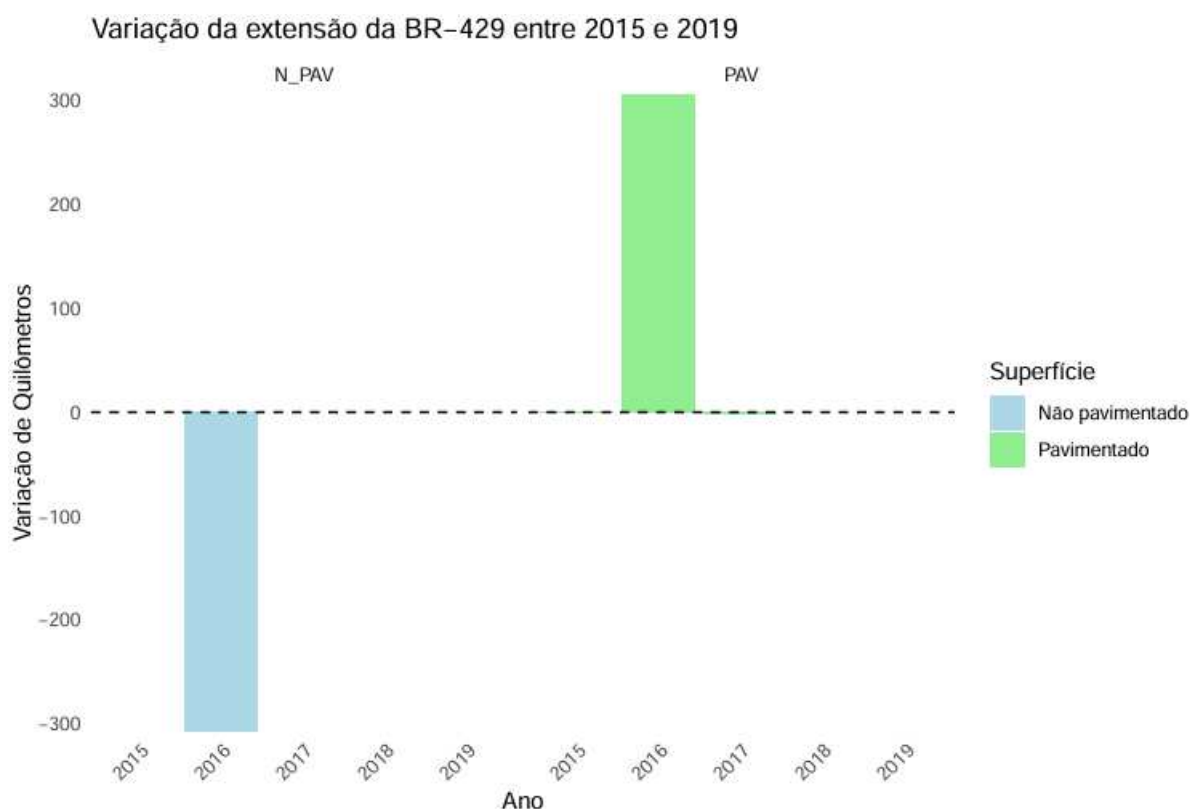
Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) , Sistema Nacional de Viação (SNV) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Em 7(c) temos a definição de um raio de até 200 km da rodovia. A definição da área de análise das rodovias foi feita dessa maneira e não por cidades vizinhas, uma vez que, os municípios da região Norte são muito grandes e a distância de seus centroides pode chegar próximo ao raio escolhido (CHEIN,2015). Ademais, pode-se concluir que a presença do SUS faz com que muitas cidades sejam atendidas por

estabelecimentos de saúde concentrados em um centro específico. Dessa maneira, também analisaremos o efeito em um raio de 50km, 100km e 200 km, como demonstrado em 7(d).

A Figura 8 mostra a variação da pavimentação da BR 429 entre 2015 a 2019. Como parâmetro de análise são utilizadas as variações consideradas abruptas, ou seja, a variação anual mais significativa da rodovia durante esse período (neste caso, o ano de 2016). Esse método de análise foi escolhido devido ao fato de que variações muito pequenas desta pavimentação podem atingir apenas uma mínima parte de um município, considerando a grande extensão dos municípios da região Norte. Enquanto isso, variações maiores podem atingir mais de um município, o que torna a análise mais robusta. Ademais, pequenos trechos podem estar ligados a existência de conexão com outras vias, o que interfere no resultado que pretendemos encontrar.

Figura 8: Variação da Pavimentação da BR429



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Sistema Nacional de Viação (SNV)

De acordo com o gráfico acima, pode-se analisar como se comportam as variáveis de saúde após essa explosão. Utilizando a equação padrão de *diff-in-diff* pode-se estimar o efeito da pavimentação das rodovias. A estimação do modelo pode ser representada simplificadamente abaixo:

$$\delta_1 = (y_{(B,2)}^- - y_{(B,1)}^-) - (y_{(A,2)}^- - y_{(A,1)}^-) \quad (1)$$

Na qual, δ_1 determina o impacto do experimento natural (a pavimentação da rodovia) sobre os indicadores de saúde, escolhidos para serem analisados. $y_{(B,2)}^-$ é a variável de tratamento após a ocorrência da intervenção, isto é, os municípios diretamente afetados pela rodovia e os que passaram a ser afetados. $y_{(B,1)}^-$ é o grupo de controle após a ocorrência da intervenção, ou seja, os municípios que não são afetados pela rodovia e sua pavimentação. $y_{(A,2)}^-$ é a variável de tratamento antes da ocorrência da intervenção, ou seja, os municípios que já eram afetados pela rodovia antes de sua pavimentação. $y_{(A,1)}^-$ é o grupo de controle antes da ocorrência da intervenção.

Entendendo (1), pode-se representar o método através de uma regressão, como mostrado abaixo:

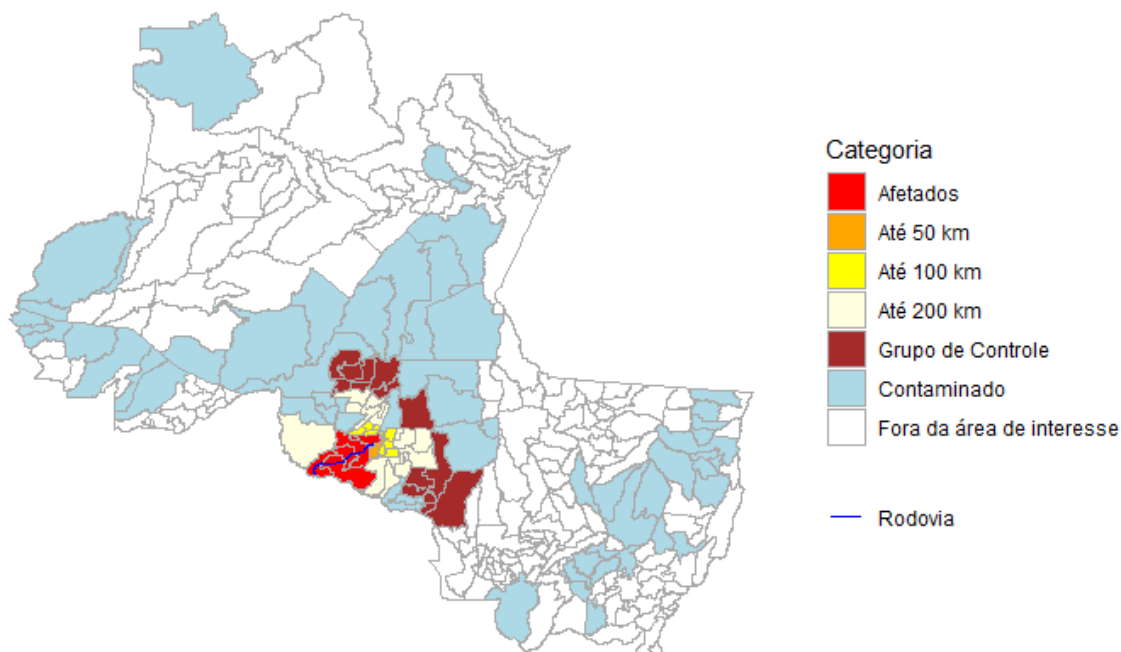
$$y = B_0 + \beta_1 dB + \delta_0 d2 + \delta_1 d2 * dB + u$$

Na qual y é a variável de resultado, ou seja, a variável que queremos avaliar o comportamento, ao ser influenciada pelas demais variáveis, B_0 é o intercepto da regressão, ou seja, o valor esperado quando as variáveis explicativas são iguais a 0. β_1 captura o efeito de dB sobre y . Já dB captura as diferenças entre os grupos de tratamento e de controle antes da alteração da política, ou seja, antes de ocorrer a

pavimentação da rodovia. d_2 captura fatores agregados que podem causar mudanças em y ao longo do tempo, mesmo na ausência de pavimentação. O termo δ_1 , como citado anteriormente, captura o impacto (a diferença) entre os grupos antes e depois da pavimentação. O termo u é o erro, ou seja, tudo aquilo que influencia y e que não está sendo observado na análise.

A Figura 9 retrata a faixa de influência da rodovia BR 429 de maneira mais detalhada. Os municípios em vermelho retratam os municípios diretamente afetados pela rodovia. Os municípios em laranja, amarelo e bege são municípios que estão a um raio de até 200 km da rodovia e que podem ter sido afetados após sua pavimentação (devido a facilitação do acesso) e, por isso, também compõem o grupo de tratamento. Já os municípios em marrom são os que não são afetados pela rodovia nem antes e nem depois do tratamento, ou seja, o grupo de controle. Esses municípios estão limitados a uma distância de 400 km devido ao fato de que municípios muito distantes podem ser muito diferentes dos que estão sendo afetados, enquanto municípios mais próximos tendem a possuir características mais semelhantes. Os municípios em azul são considerados contaminados, uma vez que possuem rodovias que sofrem alterações em todos os momentos, impactando a BR 429 em seu efeito isolado. Dessa forma, são retirados da análise para que nenhuma ocorrência nas demais rodovias influencie os resultados.

Figura 9: Faixa de influência, Grupo de Controle e Municípios Contaminados



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Sistema Nacional de Viação (SNV)

A Tabela 4 traz uma síntese da quantidade de municípios por categoria de análise.

Tabela 4: Quantidade de municípios por categoria

Quantidade de municípios por categoria	
Afetados	5
Até 50 km	1
Até 100 km	8
Até 200 km	17
Grupo de Controle	14
Contaminado	58
Total	105

fonte: elaboração própria com base nos dados do DNIT e IBGE

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA

A Tabela 5 traz as estatísticas descritivas para ambos os grupos (controle e afetados). Nela estão presentes a média, o desvio padrão, e os valores mínimos e máximos para cada uma das variáveis. O objetivo é analisar o sentido das médias e ver se a variação dela após a intervenção é significativa ou não. Os resultados apontam variações interessantes em todos os grupos e serão discutidos abaixo.

Tabela 5: Tabela de Diferença: Média, Desvio padrão e diferença entre Tratamento e controle

(Continua)

Variáveis		Média (Tratados)	Média (Controles)	Diferença	p-value
básica ambulatorial	Antes	3,531	8,572	-5,041	0.00122 ***
	Depois	4,164	8,775	-4,611	0.00196 ***
média ambulatorial	Antes	4,699	7,745	-3,046	0.137
	Depois	5,436	8,408	-2,972	0.129
alta ambulatorial	Antes	0,000	0,230	-0,230	0.0823 *
	Depois	0,000	0,221	-0,221	0.0833 *
média hospitalar	Antes	0,507	0,916	-0,409	0.111
	Depois	0,653	0,916	-0,263	0.225
alta hospitalar	Antes	0,000	0,009	-0,009	0.336
	Depois	0,000	0,009	-0,009	0.336
cobertura da vacinação de rotavírus	Antes	114,400	111,202	3,198	0.756
	Depois	115,490	137,449	-21,959	0.0587 *
cobertura da vacinação de polio	Antes	140,742	107,812	32,930	0.173
	Depois	119,900	114,031	5,869	0.529
cobertura da vacinação de febre amarela	Antes	128,160	108,414	19,746	0.200
	Depois	100,052	65,658	34,394	0.0392 **
cobertura da vacinação de BCG	Antes	97,958	49,989	47,969	0.00359 ***
	Depois	97,958	54,494	43,464	0.00547 ***
mamografia	Antes	1,954	8,723	-6,769	0.319
	Depois	2,002	7,526	-5,524	0.321

Tabela 5: Tabela de Diferença: Média, Desvio padrão e diferença entre Tratamento e controle

Variáveis		Média (Tratados)	Média (Controles)	Diferença	p-value
tratamento oncológico total	Antes	1,145	1,467	-0,321	0.472
	Depois	2,052	1,531	0,521	0.409
consultas antes do tratamento oncológico	Antes	0,125	0,008	0,117	0.417
	Depois	0,240	0,000	0,240	0.284
tratamento oncológico por até um ano	Antes	0,458	0,144	0,314	0.230
	Depois	0,426	0,307	0,119	0.581
tratamento oncológico por mais de um ano	Antes	0,417	0,818	-0,402	0.208
	Depois	0,334	0,489	-0,154	0.430
Percentual de consultas mínimas pré-natal	Antes	0,944	0,921	0,023	0.142
	Depois	0,954	0,943	0,011	0.564

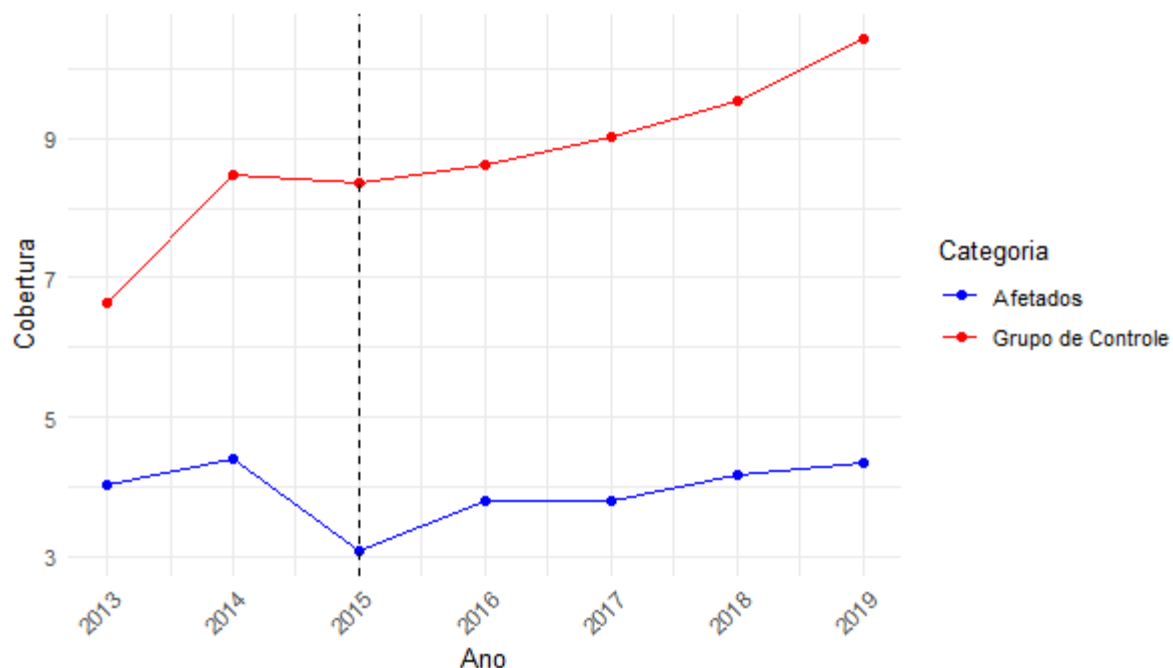
Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Conseguimos analisar que após a intervenção, as tendências vacinais trazem variações interessantes, uma vez que houve o aumento da cobertura. Pode-se concluir, então, que a pavimentação da rodovia sugere um maior acesso aos postos e, conseqüentemente, um aumento da vacinação. Além disso, pode-se analisar que, mesmo não havendo significância estatística, a cobertura vacinal de pólio do grupo de tratamento continuou superando o grupo de controle após a intervenção. Também ocorre um aumento elevado da cobertura de febre amarela no grupo de tratados, ante uma diminuição no grupo de controle após a pavimentação. Para a vacinação de rotavírus, houve um aumento em ambos os grupos após o tratamento ocorrer. É importante ressaltar que ao se tratar da vacinação, todas as coberturas estão acima de 100%, exceto a de BCG, sendo possível a contagem de

vacinados de fora da área analisada, o que indica que a rodovia pode ter contribuído para a locomoção dessa população aos estabelecimentos da região.

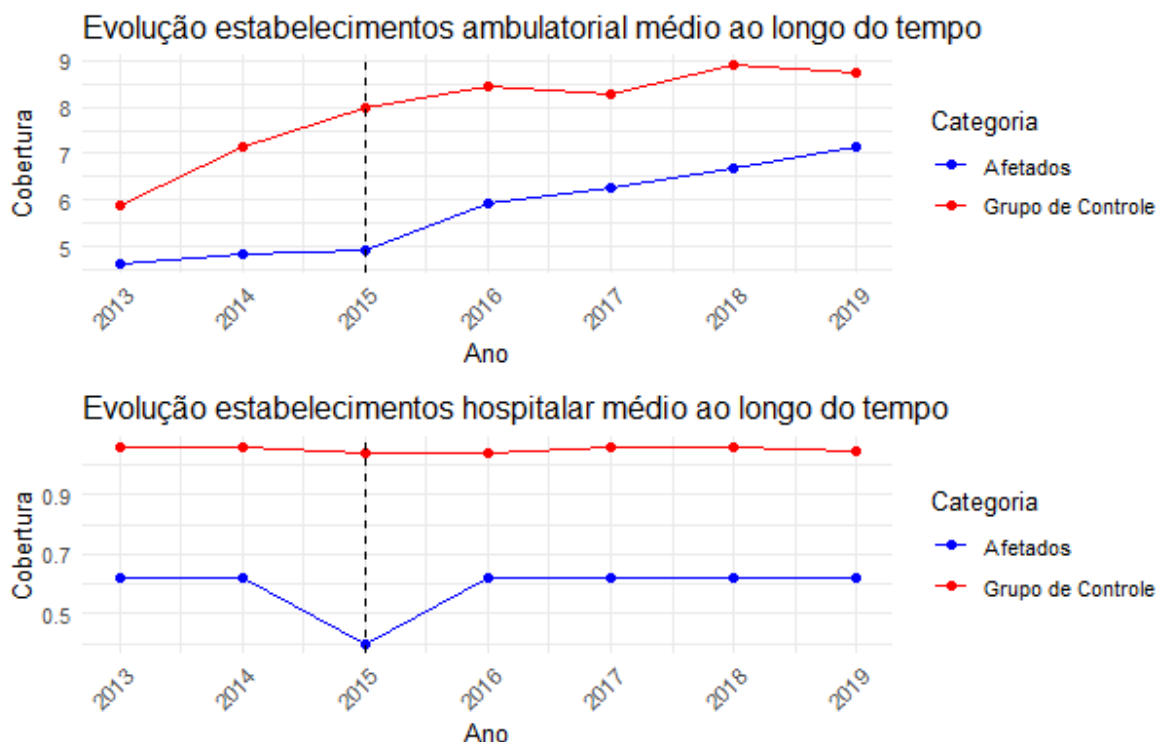
Outro ponto importante a ser ressaltado é que houve uma melhoria estatística em relação ao pré-natal, indicando que essa maior adesão pode ter contribuído para garantir que os recém-nascidos recebessem vacinas essenciais nos primeiros meses de vida. Pode-se perceber um efeito positivo, mesmo que baixo, no tratamento oncológico total, nas consultas anteriores ao tratamento e na mamografia no grupo de tratamento, enquanto o grupo de controle diminui ou se mantém, sugerindo o que foi observado na cobertura vacinal anteriormente.

A Figura 10 mostra a evolução dos estabelecimentos ambulatoriais de complexidade básica. Nela, é identificado que, a curto prazo, a proporção de estabelecimentos de saúde pela população não cresce de forma expressiva. Tal acontecimento é considerado normal, uma vez que existe uma dificuldade e burocracia para a construção dessa infraestrutura. Pode-se perceber, porém, que existe um aumento após a intervenção, que é mantido constante até 2019. Esse fato pode estar relacionado a um desenvolvimento da região após a melhoria da rodovia. Outro ponto importante a ressaltar é que os estabelecimentos hospitalares só se enquadram nas complexidades média e alta e, dessa forma, eles não são analisados na Figura 10.

Figura 10: Evolução estabelecimentos complexidade baixa

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Já a Figura 11 mostra a mesma evolução, porém para estabelecimentos de complexidade média, tanto ambulatoriais quanto hospitalares. As barreiras geográficas costumam ser apontadas como dificuldades que obstaculizam a provisão de ações interiorizadas e o acesso à saúde, seja na atenção primária, seja na média e alta complexidade, sendo as duas últimas fortemente concentradas nas capitais da Região Norte (FIOCRUZ, 2019). Dessa forma, é identificado um aumento pouco expressivo, em geral, na construção de estabelecimentos para o nível de complexidade média após a intervenção no grupo afetado pela rodovia, caracterizado por uma constância até 2019. Isso vai de encontro com o analisado na Tabela 3, onde é mostrado a pouca presença desse tipo de estabelecimento na área analisada.

Figura 11: evolução estabelecimentos de saúde de complexidade média

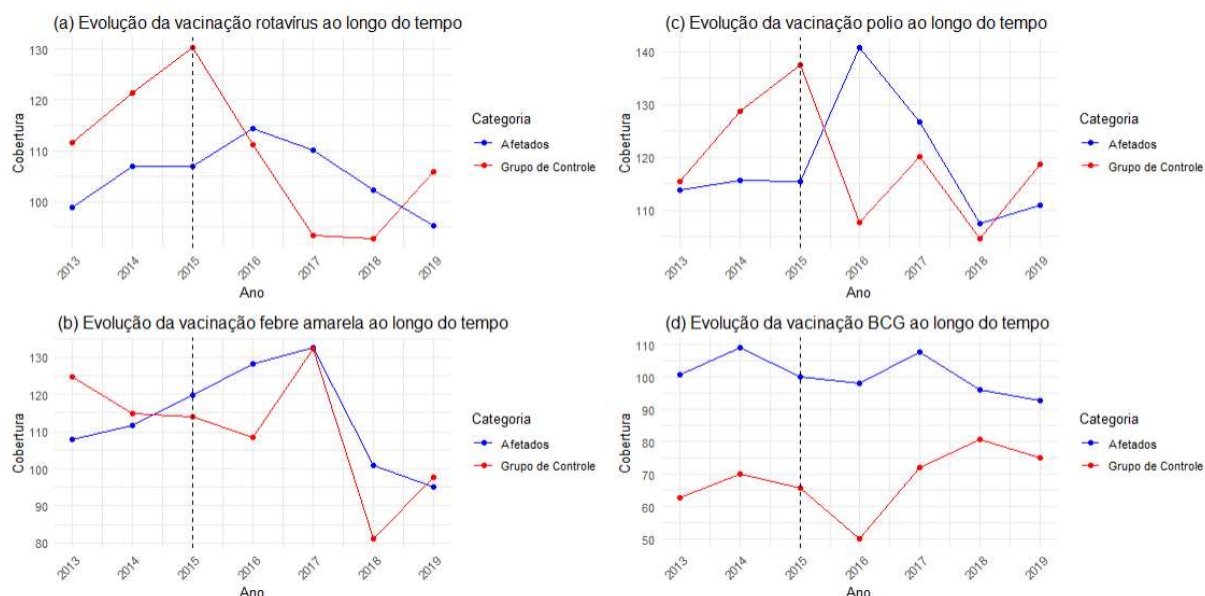
Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

A partir das figuras 10 e 11, pode-se analisar que a proporção de estabelecimentos de saúde não sofre alteração significativa em sua quantidade após a intervenção. Dessa maneira, se faz necessário avaliar o nível de atividade desses estabelecimentos, no que diz respeito à cobertura da vacinação e aos tratamentos oferecidos por essas unidades.

A Figura 12 retrata a evolução da cobertura vacinal no período de 2013 a 2019. Entende-se que existe uma grande desigualdade na cobertura vacinal da região em relação ao restante do país. Isso está relacionado, entre outros fatores, à dificuldade de acesso aos estabelecimentos, principalmente dos moradores de áreas rurais. Após a intervenção (marcada pela explosão da pavimentação da rodovia em 2015) destacada nos gráficos, os resultados mostram que, em (a), (b) e (c) a cobertura vacinal dos grupos afetados acompanha o crescimento da pavimentação, sugerindo que o aumento da cobertura vacinal possui alguma relação com a melhoria da rodovia e consequentemente um maior acesso da população a esse

recurso. Além de facilitar o acesso aos estabelecimentos de saúde, a rodovia pode ter contribuído com a chegada de profissionais até as áreas mais distantes dos centros urbanos, o que também acarreta uma cobertura maior da vacinação.

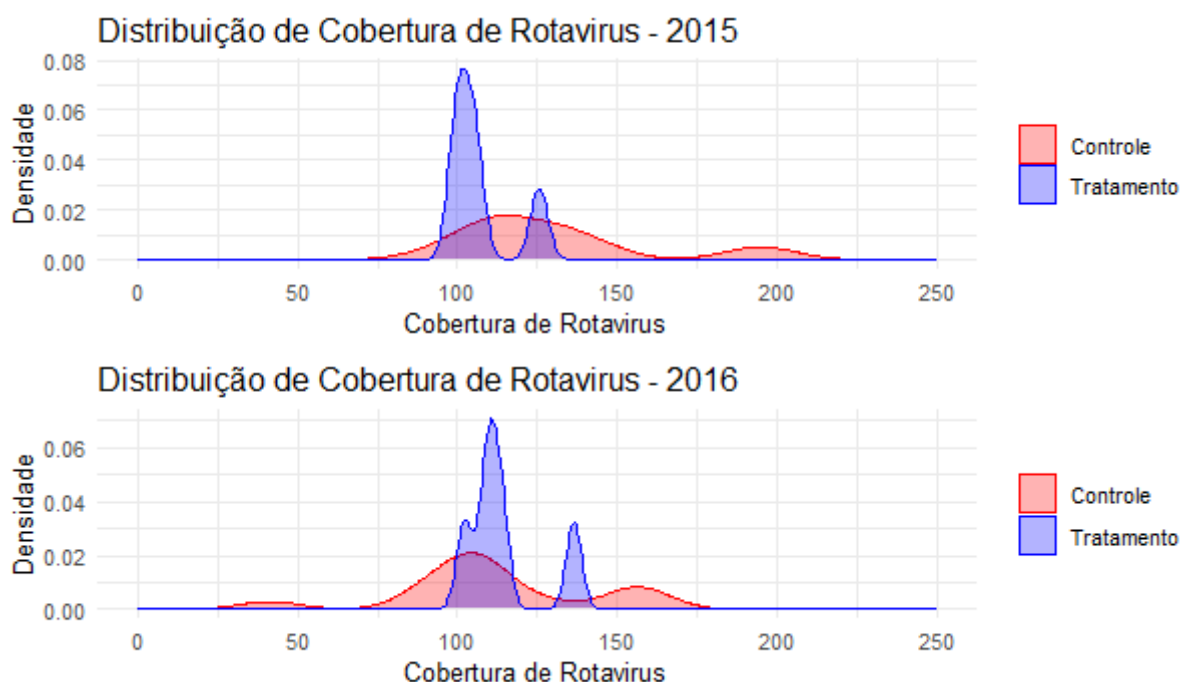
Figura 12: Evolução da cobertura vacinal no período de 2013 a 2019



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Por outro lado, ambos os grupos demonstraram uma queda após um determinado período. Segundo dados da Fiocruz (2017), essa queda pode estar associada ao sucesso do Programa Nacional de Imunização, visto que, como muitas doenças desapareceram, acarretando uma preocupação menor da população, que opta por não se vacinar, ocasionando a queda da vacinação em todo o país. Porém, a mobilidade acarretada pela melhora da rodovia pode ter atenuado a queda no grupo dos afetados. No intuito de investigar se a média está sendo influenciada por *outliers* (dados que se diferenciam drasticamente afetando os resultados), foi elaborada uma análise de densidade. O resultado ideal é que as curvas se movimentem conjuntamente e os picos na estimativa de densidade indicam áreas onde os dados estão mais concentrados.

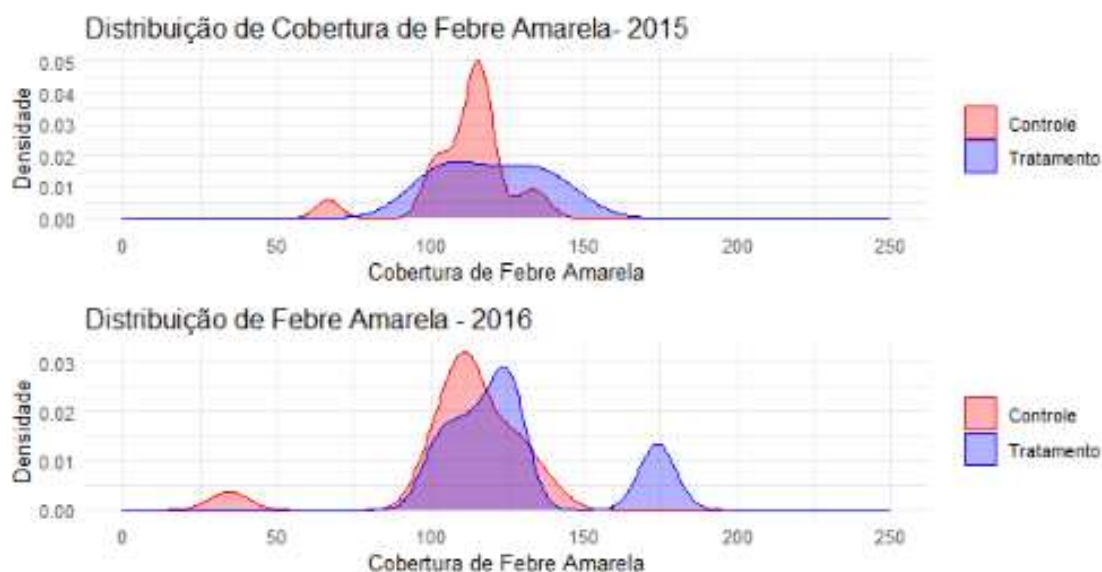
Figura 13: evolução densidade cobertura rotavírus antes e depois da intervenção



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Nesse sentido, pode-se analisar que o aumento da cobertura é marcado pelo deslocamento das “ondas” de tratamento para a direita, o que também acontece para as outras vacinas que apresentam esse aumento da cobertura. Além do deslocamento, pode-se perceber um aumento da própria densidade, o que indica que a maioria dos valores da cobertura está concentrada em torno de 100 e 150. É possível concluir que o grupo de tratados apresenta distribuição estável e centralizada, ou seja, o aumento não é puxado por um outlier e sim por toda a amostra. As ondas se deslocam juntas e o menor valor da distribuição se aproxima de 100 e o maior de 150, antes de 90 e 130, aproximadamente.

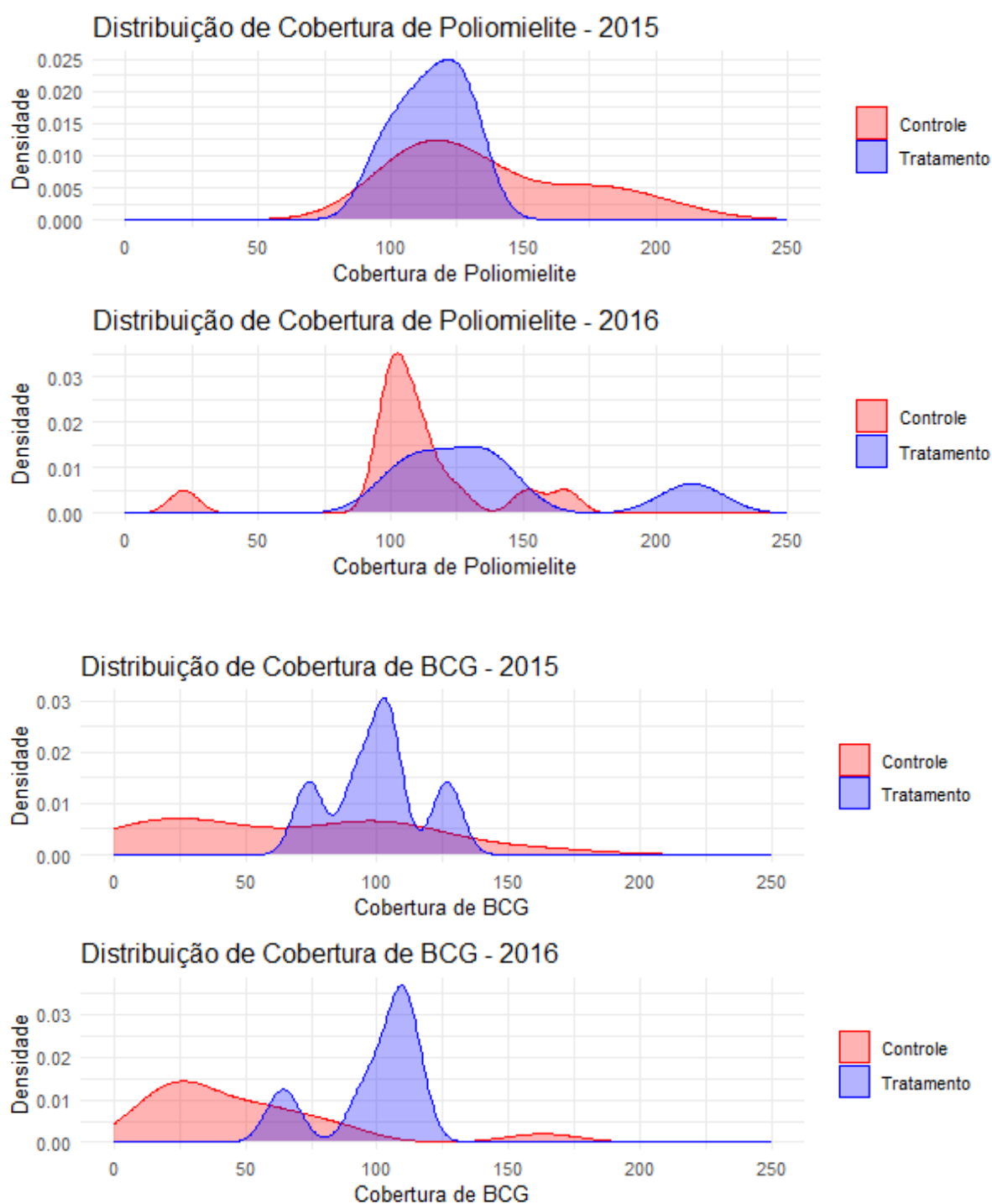
Figura 14: evolução densidade cobertura febre amarela antes e depois da intervenção



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Como citado anteriormente, pode-se perceber que o resultado se repete, tendo o mesmo comportamento presente nas ondas da vacinação de rotavírus. Há a existência de um deslocamento das ondas para a direita e, um aumento da densidade, chegando a passar de 150 para 200. Isso sugere que a pavimentação teve um efeito positivo na cobertura vacinal. Já na figura 15, para ambas as vacinas, o deslocamento é marcado apenas por algumas observações, podendo antecipar a ideia da existência de um deslocamento médio menor.

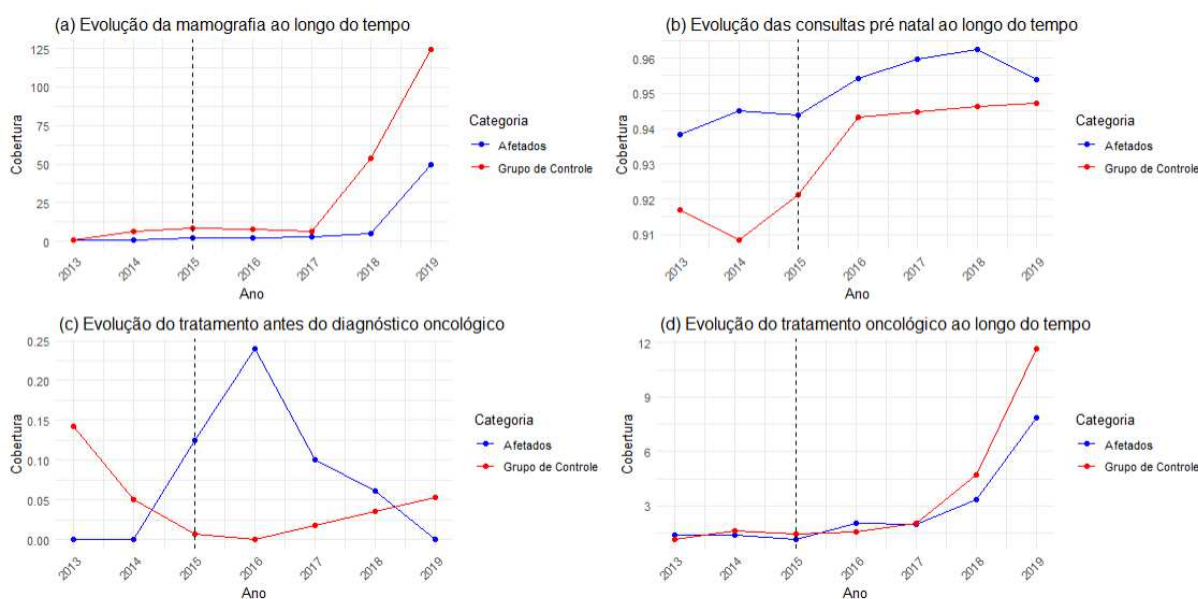
Figura 15: evolução densidade cobertura poliomielite e BCG antes e depois da intervenção



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

A Figura 16 (a) retrata a evolução da mamografia na região durante o período de 2013 a 2019. Percebe-se que, após a intervenção, houve uma constância do número de exames realizados. Segundo Amaral et al (2017), a quantidade de mamógrafos em uso em dezembro de 2015 no Brasil era de 4.647 máquinas e apesar do número ser considerado satisfatório, a distribuição dos equipamentos foi feita de forma desigual. O autor mostra que as regiões Norte e Centro-Oeste possuem a maior proporção de municípios cuja demanda por mamografia não pode ser atendida num raio de 60 km, por exemplo, reforçando o que é mostrado na Figura 16, na qual o grupo de controle (que é caracterizado por um maior raio) possui um aumento em 2016. Além disso, também vai de encontro à tabela 4, que apresenta um desvio padrão elevado, reforçando a distribuição desigual na região.

Figura 16: Evolução da mamografia, pré-natal e tratamento oncológico no período de 2013 a 2019



Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Com isso é possível entender que a pavimentação da rodovia não possui impacto significativo, o que pode ser explicado pela existência de outras influências como a própria falta de equipamentos na área. Percebe-se que o número de exames só aumenta após 2017 para o grupo afetado. Pela análise da Figura 16 (b), é possível analisar a evolução das consultas de pré-natal da região. Foram

considerados atendimentos de fato aqueles em que a paciente já se consultou no mínimo 6 vezes, ou seja, onde há a existência de um acompanhamento. Pode-se perceber que após a intervenção, o número de acompanhamentos apresentou um crescimento, podendo sugerir o fato de que a pavimentação facilitou o acesso e uma maior frequência dessas mulheres aos atendimentos. A Figura 16 (c) retrata a evolução dos diagnósticos e tratamentos oncológicos realizados no período. Após a intervenção, os tratamentos em geral se mantiveram constantes, ou não tiveram mudança muito significativa (como em (d)). O aumento do tratamento oncológico após 2017 pode estar relacionado ao surgimento de centros oncológicos de referência em Rondônia⁴ e a melhoria da rodovia pode estar relacionada à facilitação do acesso de populações de regiões mais distantes desse centro.

5.2 ESTIMAÇÕES

As Tabelas 6 a 13 trazem os resultados estimados considerando duas especificações: 1) um *diff-diff* tradicional, com a interação da *dummy* de tratamento e a *dummy* pós-tratamento (primeira linha das tabelas 6 a 13) e 2) um *diff-diff* considerando a interação da *dummy* de tratamento com cada uma das *dummies* de ano.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6, pode-se perceber que houve um impacto estatisticamente significativo a 10% da intervenção sobre a cobertura vacinal de Poliomielite e 5% da cobertura de Rotavírus, sugerindo um aumento médio relevante e robusto dessas coberturas no grupo tratado em relação ao grupo controle.

Já para a cobertura vacinal de Febre Amarela e BCG, mesmo os resultados não alcançando significância estatística, pode-se observar um aumento da cobertura vacinal após a intervenção, uma vez que assumem valores positivos. Isso pode estar

⁴ Porto Velho (RO) ganha centro de referência oncológica.

<<https://www.gov.br/saude/20informao/20sobre/20Sade/pt-br/assuntos/noticias/2017/novembro/porto-velho-ro-ganha-centro-de-referencia-oncologica>>. Data de acesso: [completar].

ligado ao fato de que a amostra é pequena e os intervalos tendem a ser maiores, o que traz um coeficiente grande sem significância estatística.

Ao se tratar dos resultados desagregados, é notável o aumento percentual de todos os coeficientes após a intervenção, principalmente de pólio e febre amarela, o que indica que a pavimentação pode ter facilitado o acesso aos serviços de saúde, refletindo um maior alcance vacinal da população.

Tabela 6: Indicadores da influência da cobertura vacinal por 10 mil habitantes

	Cobertura vacinal Pólio	Cobertura vacinal BCG	Cobertura vacinal Febre Amarela	Cobertura vacinal Rotavírus
Efeito médio do tratamento	20.873*	-7.901	14.112	21.561**
	(11.574)	(10.394)	(14.194)	(10.634)
trat:ano2013	20.361	3.589	-22.888	10.423
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)
trat:ano2014	8.783	4.571	-8.953	8.701
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)
trat:ano2016	54.889**	13.575	13.877	26.386
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)
trat:ano2017	28.394	1.431	-5.419	39.94**
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)
trat:ano2018	24.848	-18.999	13.977	32.819*
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)
trat:ano2019	14.217	-16.731	-8.444	12.597
	(21.299)	(18.96)	(24.903)	(19.674)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Ao analisar o efeito da pavimentação para os tratamentos de saúde escolhidos, conseguimos perceber que, no geral, conforme resultados apresentados na Tabela 7, os coeficientes não indicam efeitos estatisticamente significativos, mesmo com a presença de um aumento em mamografias e tratamentos oncológicos em alguns anos. Levando em consideração a questão da mamografia, por exemplo, podemos perceber que este resultado pode estar relacionado à questão da desigualdade de distribuição de equipamentos citada anteriormente.

Tabela 7: Indicadores da influência sobre tratamentos e exames por 10 mil habitantes

	Mamografia	Percentual de Consultas mínimas pré-natal	Tratamento Oncológico total	Consultas antes do Tratamento Oncológico
Efeito Médio do Tratamento	-31.74 (31.205)	-0.015 (0.011)	-0.726 (1.939)	0.024 (0.08)
trat:ano2013	34.974 (65.425)	-0.001 (0.021)	0.7 (3.092)	-0.253 (0.209)
trat:ano2014	0.377 (48.968)	0.014 (0.021)	0.028 (2.01)	-0.166 (0.136)
trat:ano2016	12.848 (48.628)	-0.012 (0.021)	1.283 (1.943)	0.07 (0.131)
trat:ano2017	8.885 (50.874)	-0.008 (0.021)	0.69 (2.035)	-0.08 (0.137)
trat:ano2018	-34.042 (47.033)	-0.006 (0.021)	-0.513 (1.922)	-0.137 (0.13)
trat:ano2019	-60.074 (47.033)	-0.016 (0.021)	-2.835 (1.918)	-0.224* (0.13)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Os resultados anteriores indicam que melhorias na infraestrutura das rodovias possuem um efeito relevante na ampliação do acesso a serviços de saúde, principalmente sobre os de atenção primária, como é o caso da cobertura vacinal. A existência de coeficientes positivos após a intervenção e o aumento percentual deles, demonstram o forte impacto local acarretado pela intervenção. A fim de verificar a robustez dos resultados será realizada uma análise considerando os municípios localizados até 50 km, 100 km e 200 km da rodovia, respectivamente, para entender como os efeitos da intervenção se comportam com o aumento da amostra e se a consistência dos resultados se mantém. O primeiro grupo analisado foi o de municípios localizados até 50 km da rodovia (Tabela 8).

Tabela 8: Indicadores da influência da cobertura vacinal para os municípios até 50 km

	Cobertura vacinal Pólio	Cobertura vacinal BCG	Cobertura vacinal Febre Amarela	Cobertura vacinal Rotavírus
Efeito Médio do Tratamento	29.127 (24.019)	8.324 (20.758)	14.298 (30.4)	18.056 (22.507)
trat:ano2013	15.501 (45.399)	14.199 (37.527)	-13.104 (54.834)	12.019 (42.269)
trat:ano2014	3.837 (45.399)	5.029 (37.527)	1.093 (54.834)	-1.871 (42.269)
trat:ano2016	34.787 (45.399)	37.849 (37.527)	8.377 (54.834)	15.19 (42.269)
trat:ano2017	28.642 (45.399)	-9.311 (37.527)	-9.069 (54.834)	15.346 (42.269)
trat:ano2018	38.234 (45.399)	-6.585 (37.527)	16.657 (54.834)	32.425 (42.269)
trat:ano2019	40.627 (45.399)	36.979 (37.527)	25.212 (54.834)	22.791 (42.269)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Ao ampliar a amostra para municípios a 50 km (Tabela 8 e Tabela 9), é analisado que, embora os coeficientes mantenham valores positivos em sua maioria, especialmente para pólio e rotavírus, há uma perda de significância estatística e um menor aumento comparado com o visto anteriormente, o que sugere que o impacto da pavimentação é maior nos municípios que estão diretamente afetados pela rodovia.

Tabela 9: Indicadores da influência sobre tratamentos e exames para os municípios até 50 km

	Mamografia	Percentual de Consultas mínimas pré-natal	Tratamento Oncológico total	Consultas antes do Tratamento Oncológico
Efeito médio do tratamento	-29.607 (72.156)	-0.02 (0.023)	-0.904 (3.42)	0.035 (0.108)
trat:ano2013	2.886 (109.214)	0.02 (0.044)	0.58 (3.962)	-0.157 (0.21)
trat:ano2014	14.31 (109.009)	0.032 (0.044)	0.797 (3.901)	-0.041 (0.206)
trat:ano2016	6.466 (108.898)	-0.018 (0.044)	-0.07 (3.893)	-0.008 (0.206)
trat:ano2017	-20.278 (108.06)	0 (0.044)	0.443 (3.889)	-0.018 (0.206)
trat:ano2018	-58.712 (108.06)	-0.005 (0.044)	0.856 (3.881)	-0.036 (0.205)
trat:ano2019	- -	0.014 (0.044)	-1.919 (3.879)	-0.003 (0.205)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Ao ampliar a amostra da análise acima, percebe-se que os resultados se mantêm sem significância estatística. Porém, após a intervenção, é notável a diminuição dos coeficientes, e não um aumento como anteriormente. Dessa forma,

para garantir uma maior assertividade, se faz necessário analisar o resultado ao ampliar a amostra para as demais distâncias. As tabelas 10 e 11 trazem os resultados para o grupo de municípios localizados até 100 km da rodovia.

Tabela 10: Indicadores da influência da cobertura vacinal para os municípios até 100 km

	Cobertura vacinal Pólio	Cobertura vacinal BCG	Cobertura vacinal Febre Amarela	Cobertura vacinal Rotavírus
Efeito Médio do Tratamento	4.451 (9.656)	-3.549 (9.023)	6.124 (12.225)	0.42 (9.778)
trat:ano2013	29.696* (17.766)	-7.937 (16.556)	-19.844 (21.204)	3.26 (17.69)
trat:ano2014	5.316 (17.766)	-8.391 (16.556)	-18.431 (21.204)	-7.355 (17.69)
trat:ano2016	31.783* (17.766)	9.321 (16.556)	-1.055 (21.204)	10.351 (17.69)
trat:ano2017	15.116 (17.766)	-12.919 (16.556)	-8.469 (21.204)	-7.49 (17.69)
trat:ano2018	10.393 (17.766)	-16.383 (16.556)	-2.415 (21.204)	2.337 (17.69)
trat:ano2019	7.195 (17.766)	-15.984 (16.556)	-14.597 (21.204)	-8.981 (17.69)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Ao ampliar a amostra de municípios até 50 km para 100 km é notável uma redução ainda maior da magnitude dos efeitos. Ainda que haja a existência de resultados positivos, percebe-se que à medida que a distância aumenta, o efeito da intervenção é enfraquecido. Isso pode ser percebido devido ao fato de que, após a intervenção, os coeficientes aumentam em uma menor proporção. No geral, os

resultados da Tabela 10 reforçam a hipótese de que a melhoria da infraestrutura sobre o acesso à vacinação é mais forte nos municípios mais próximos, mesmo que perceptíveis na região mais afastada.

Tabela 11: Indicadores da influência sobre tratamentos e exames para os municípios até 100 km

	Mamografia	Percentual de Consultas mínimas pré-natal	Tratamento Oncológico total	Consultas antes do Tratamento Oncológico
Efeito Médio do Tratamento	-17.307 (31.347)	-0.038*** (0.009)	-1.164 (1.452)	0.06 (0.05)
trat:ano2013	17.384 (65.388)	0.021 (0.017)	0.51 (1.756)	-0.239** (0.098)
trat:ano2014	-2.587 (51.925)	0.024 (0.017)	0.087 (1.643)	-0.12 (0.092)
trat:ano2016	12.129 (46.92)	-0.022 (0.017)	0.069 (1.627)	-0.085 (0.091)
trat:ano2017	5.523 (47.434)	-0.032* (0.017)	-0.083 (1.621)	0.022 (0.091)
trat:ano2018	-26.609 (43.002)	-0.011 (0.017)	-0.817 (1.566)	-0.072 (0.088)
trat:ano2019	-30.853 (43.002)	-0.027 (0.017)	-2.608* (1.562)	-0.044 (0.087)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Como analisado para a cobertura vacinal, os resultados da tabela 11 sugerem uma forte redução na magnitude dos efeitos da pavimentação sobre o acesso à saúde pelos municípios mais distantes. Ainda que apareçam valores mais elevados para algumas variáveis na amostra de 100 km, eles são acompanhados de erros-padrão mais elevados, reduzindo a confiança estatística. Dessa forma, é reforçada a

hipótese do efeito mais local da intervenção. Para finalizar, é realizada a análise dos municípios situados até 200 km da rodovia (Tabela 12 e Tabela 13).

Tabela 12: Indicadores da influência da cobertura vacinal para os municípios até 200 km

	Cobertura vacinal Pólio	Cobertura vacinal BCG	Cobertura vacinal Febre Amarela	Cobertura vacinal Rotavírus
Efeito Médio do Tratamento	10.702 (7.094)	7.088 (7.444)	3.759 (8.811)	11.005 (7.027)
trat:ano2013	-13.234 (13.342)	-4.403 (12.495)	-31.067** (14.84)	10.289 (12.889)
trat:ano2014	-18.844 (13.342)	-2.404 (12.495)	-14.175 (14.84)	0.114 (12.889)
trat:ano2016	7.549 (13.342)	12.174 (12.495)	4.217 (14.84)	25.354* (12.889)
trat:ano2017	2.684 (13.342)	15.375 (12.495)	-27.05* (14.84)	12.816 (12.889)
trat:ano2018	-7.346 (13.342)	12.191 (12.495)	1.136 (14.84)	10.477 (12.889)
trat:ano2019	-17.305 (13.342)	-4.796 (12.495)	-23.59 (14.84)	8.032 (12.889)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

Tabela 13: Indicadores da influência sobre tratamentos e exames para os municípios até 200 km

	Mamografia	Percentual de Consultas mínimas pré-natais	Tratamento Oncológico total	Consultas antes do Tratamento Oncológico
Efeito Médio do Tratamento	-23.864 (21.951)	-0.017** (0.007)	0.26 (1.318)	0.026 (0.034)
trat:ano2013	40.327 (49.688)	-0.014 (0.014)	-0.276 (1.517)	-0.134* (0.069)
trat:ano2014	10.332 (33.823)	0.009 (0.014)	-1.038 (1.401)	-0.012 (0.064)
trat:ano2016	11.753 (32.638)	-0.016 (0.014)	-0.122 (1.343)	0.038 (0.062)
trat:ano2017	4.54 (33.213)	-0.02 (0.014)	-0.275 (1.342)	-0.002 (0.061)
trat:ano2018	-6.643 (30.614)	-0.021 (0.014)	0.346 (1.308)	-0.029 (0.06)
trat:ano2019	-32.596 (30.614)	-0.019 (0.014)	-0.326 (1.303)	-0.035 (0.06)

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

A análise ampliada da tabela 12, para os municípios até 200 km da rodovia, mostra uma maior queda dos resultados, principalmente na cobertura vacinal de febre amarela. É possível analisar, assim como dito anteriormente, que mesmo havendo uma melhora dos coeficientes, eles aumentam em uma proporção menor do que os municípios mais próximos ou diretamente afetados pela intervenção. A estatística média também sugere um maior declínio dos coeficientes para distâncias maiores. Ao analisar os resultados da tabela 13, o mesmo comportamento é observado, comprovando a hipótese de que a intervenção foi um fenômeno local, beneficiando em maior proporção os municípios diretamente afetados pela rodovia.

Tal fato vai de encontro a limi (2021), reforçando a hipótese de que a melhoria da infraestrutura rodoviária impacta positivamente o acesso da população de áreas mais isoladas aos serviços essenciais de saúde.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho é analisar a influência da pavimentação da BR-429 no acesso às redes de atenção à saúde da Amazônia Legal. Atualmente, sabe-se que a região Norte possui uma desigualdade econômica e social ao se comparar com o restante do país. Tal desigualdade também está relacionada à infraestrutura rodoviária, uma vez que a região, mesmo sendo a maior do país, possui menos que 20% das rodovias brasileiras em seu território.

Ligado a isso, pode-se analisar que a região, se tratando de uma área remota, possui dificuldade de acesso a diferentes serviços, como é o caso dos serviços de saúde. Alguns estudos trazem a ideia de como a infraestrutura de transporte está relacionada com a facilidade de acesso a esses serviços. Este artigo tem como motivação principal o estudo de Ilmi (2021), que analisou os impactos da pavimentação de rodovias na área rural de Moçambique no acesso à saúde. A semelhança entre as regiões, se tratando de territórios remotos, reforça a hipótese de que a infraestrutura de transporte desempenha um papel importante no acesso da população a esses serviços.

Para analisar o efeito da pavimentação da BR-429 no acesso à saúde, foi realizado um modelo de *diff-in-diff*, como forma de entender o comportamento desse acesso antes e após a intervenção ocorrer. Foi utilizado como grupo afetado todos os municípios nos quais a rodovia estava localizada e como grupo de controle os demais municípios ao redor.

Os resultados apresentados sugerem que a pavimentação da BR-429 teve impactos positivos no acesso à saúde nos municípios diretamente afetados pela rodovia, especialmente no que diz respeito à cobertura vacinal. A partir da intervenção ocorrida em 2016, houve aumento significativo na cobertura de vacinas como poliomielite e rotavírus, com efeitos estatisticamente robustos nos demais anos.

Para confirmar a robustez dos resultados, foram realizadas análises de uma amostra aumentada, na qual o grupo de afetados se expande para os municípios de

até 50 km, 100 km e 200 km. Os resultados sugerem que quanto maior a distância do município em relação à rodovia, menor o impacto da pavimentação sobre o acesso à saúde dessa população. Isso reforça a hipótese de que a pavimentação possui efeito significativo local, afetando as cidades diretamente ligadas à rodovia.

Em resumo, é possível concluir que a pavimentação da BR-429 trouxe efeitos positivos no que diz respeito ao acesso à saúde básica da Amazônia Legal nos municípios arredores da rodovia. Contudo, o tamanho da amostra comparado ao tamanho da rodovia é limitado, o que pode gerar alguns problemas. Nesse sentido, é importante que os próximos trabalhos avancem em relação à análise de estabelecimentos de saúde e indivíduos, bem como à análise da distância medida por tempo de deslocamento. Além disso, pode-se considerar outros centros de referência, tais como o centro populacional e a sede municipal, onde a população também tende a estar concentrada.

7 REFERÊNCIAS

Amaral, Pedro et al. Distribuição espacial de equipamentos de mamografia no Brasil. Revista Brasileira de Estudos Urbanos Regionais, 2017

Araújo, Rafael, Arthur Bragança e Juliano Assunção. Acessibilidade na Amazônia Legal: Delimitação da Área de Influência e Riscos Ambientais. Amazônia 2030, 2022.

Barat, Josef. "O investimento em transporte como fator de desenvolvimento regional- Uma análise da expansão rodoviária no Brasil." Revista Brasileira de Economia 23.3 (1969): 25-52.

BECKER, Bertha Koiffmann. Geopolítica da Amazônia: a nova fronteira de recursos. Rio de Janeiro: Zahar, 1982

Carlos, H. S. A., and F. de A. Meirelles. "Análise da implementação de unidades de conservação sob influência da Rodovia BR-319." IDESAM, Manaus (2018): 132.

Cartão do SUS. "Quais são os Princípios do SUS: doutrinários e organizativos". Acessado 12 de Jun 2024 <Cartão do SUS 2024 → Cadastro, Consulta, Imprimir 2º via **【AQUI!】** (cartaodosus.info)>

Chein, Flávia; Assunção, Juliano; Lemos, Mauro. "Custos de Transporte e Urbanização: Evidências a partir da Criação de Cidades". Rio de Janeiro, 2009

Chein, Flávia, and Pinto, Cristiane. "Roads and Development: some empirical evidences from Brazilian experience". 2015

Eduardo Souza. "O papel da mobilidade urbana no acesso à cidade" 29 Ago 2019. ArchDaily Brasil. Acessado 8 Mai 2024. <<https://www.archdaily.com.br/br/923924/a-relacao-entre-mobilidade-urbana-e-acesso-a-cidade>> ISSN 0719-8906

Energisa. "Seis meses depois de obras da Energisa, moradores da BR-429 relatam melhora da qualidade" 21 Jul 2021. Acessado em 24 Jan 2025. <<https://www.rondoniadinamica.com/noticias/2021/07/seis-meses-depois-de-obras-da-energisa-moradores-da-br-429-relatam-melhora-da-qualidade,108691.shtml>>

Ferreira, Ricardo Vicente, and Jorge Da Graça Raffo. "Visualização cartográfica da acessibilidade geográfica aos postos de saúde da região rural de Registro (SP)." Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia 18 (2013).

Fiocruz, 2017 A queda da imunização. Revista Consensus. Disponível em: <https://fiocruz.br/sites/fiocruz.br/files/documentos/revistaconsensus_25_a_queda_da_imunizacao.pdf> Acesso em: 13 maio 2025.

Fiocruz, 2019. “Desafios das políticas públicas de saúde na Amazônia é foco do ‘Cadernos de Saúde Pública’ de dezembro”. Acessado em 06 Mai 2025. <<https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/47864>>.

Fundação Dom Cabral, 2018. “Custos Logísticos no Brasil 2017.” Acessado em 08 Mai 2024 <Relatório de Pesquisa FDC : Custos logísticos no Brasil 2017.>

Governo Federal. “DNIT investe na Região Norte e infraestrutura de transportes dá um salto em qualidade”. 29 Dez 2023. Acessado 08 Mai 2024 <DNIT investe na Região Norte e infraestrutura de transportes dá um salto em qualidade — Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (www.gov.br)>

Governo Federal. “Mais que um projeto de engenharia, BR-319/AM/RO é prioridade de uma gestão atenta à questão ambiental” 11 Dez 2023. Acessado em 08 Mai 2024 <Mais que um projeto de engenharia, BR-319/AM/RO é prioridade de uma gestão atenta à questão ambiental, defende George Santoro — Ministério dos Transportes (www.gov.br)>

Governo Federal. “Sistema Unico de Saúde”. Acessado em 17 Mai 2024 <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/sus>>

Governo Federal. “Transportes no Brasil - Síntese Histórica” 02 Ago 2014. Acessado 08 Mai 2024 <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transportes-no-brasil-sintese-historica>

GuimarA, Andrnia S., et al. "Prenatal care and childbirth assistance in Amazonian women before and after the Pacific Highway Construction (2003-2011): a cross-sectional study." BMC Women's Health 16.1 (2016).

limi, Atsushi. Estimating the impact of improved roads on access to health care: Evidence from Mozambique. The World Bank, 2021.

limi, Atsushi, and Kulwinder Singh Rao. "Transport connectivity and health care access: evidence from Liberia." World Bank Policy Research Working Paper 8413 (2018).

limi, Atsushi, and Voahirana Hanitrinala Rajoela. "Transport connectivity, Medical supplies, and people's health care access: evidence from Madagascar." World Bank Policy Research Working Paper 8487 (2018).

Meirelles, Fernanda de Almeida, et al. "Análise ambiental e socioeconômica dos municípios sob influência da rodovia BR-319." Idesam, Manaus, AM, Brazil 112 (2018).

Mendes, Eugênio Vilaça. "As redes de atenção à saúde." *Ciência & saúde coletiva* 15 (2010): 2297-2305.

Nogueira, Ricardo Jose Batista, and Thiago Oliveira Neto. "Geopolítica e rodovias na Amazônia brasileira." *Revista da ANPEGE* 12.17 (2016): 55-83.

OECD (2022), "A organização do sistema de saúde no Brasil e suas necessidades", in *OECD Reviews of Health Systems: Brazil 2021*, OECD Publishing, Paris.

OLIVEIRA, M. M. et al. Disparidades regionais no acesso à mamografia no Brasil: análise da Pesquisa Nacional de Saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 1, 2020.

Pereira, Luiz Andrei Gonçalves, and Simone Narciso Lessa. "O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil." *Caminhos de Geografia* 12.40 (2011): 26-45.

Pesquisa CNT de Rodovias. "Pesquisa CNT de Rodovias 2024 aponta a necessidade de reforço contínuo da infraestrutura rodoviária brasileira" 19 Nov 2024. Acessado em 30/01/2025

Portal Amazonia. "BR-319: a artéria vital da integração nacional e o desenvolvimento sustentável do Amazonas" 17 Nov 2023. Acessado em 08 Mai 2024 <BR-319: a artéria vital da integração nacional e o desenvolvimento sustentável do Amazonas - Portal Amazônia (portalamazonia.com)>

Proauto "BLOG PROAUTO • Qual o tamanho da malha viária no Brasil e no mundo?!", 31 Mai 2022. Acessado em 31 Jan 2025

Rocha, Rudi, et al. A saúde na Amazônia legal: evolução recente e desafios em perspectiva comparada. No. 04. Instituto de Estudos para Políticas de Saúde, 2021.

Santos, Daniela Lacerda, and Paulo Henrique de Almeida Rodrigues. "Política, atenção primária e acesso a serviços de Média e Alta Complexidade em pequenos municípios." *Saúde em debate* 38 (2014): 744-755.

Santos, M. (2006) A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 4^a. ed. 2^a. reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. (Coleção Milton Santos; v. 1)

Wolfe, Mary K., Noreen C. McDonald, and G. Mark Holmes. "Transportation barriers to health care in the United States: findings from the national health interview survey, 1997–2017." *American journal of public health* 110.6 (2020): 815-822.