



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ERIC DE SOUZA NASCIMENTO

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ESTRADAS DO ACRE, E SUAS
INFLUÊNCIAS SOBRE DESMATAMENTOS E QUEIMADAS

CRUZEIRO DO SUL – ACRE

2023

ERIC DE SOUZA NASCIMENTO

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ESTRADAS DO ACRE, E SUAS
INFLUÊNCIAS SOBRE DESMATAMENTOS E QUEIMADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Acre, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Sonaira Souza da Silva.

CRUZEIRO DO SUL – ACRE

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- N244a Nascimento, Eric de Souza, 1996 -
Análise espaço-temporal das estradas do Acre, e suas influências sobre
desmatamentos e queimadas / Eric de Souza Nascimento; Orientador: Prof. Dra.
Sonaira Souza da Silva. – 2023.
57 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA, Cruzeiro do Sul, 2023.
Inclui referências bibliográficas.
1. Estradas vicinais. 2. Categorias fundiária. 3. Desmatamentos. I. Silva,
Sonaira Souza da. II. Título.

CDD: 500

Bibliotecário: Uéliton Nascimento Torres CRB-11º/1074



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ESTRADAS DO ACRE E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE DESMATAMENTO E QUEIMADAS

ERIC DE SOUZA NASCIMENTO

Dissertação aprovada em 17 de agosto de 2023, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Acre – Campus Floresta, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:
Profa Dra Sonaira Souza da Silva - Universidade Federal do Acre - Orientadora
Prof Dr Edson Alves de Araujo - Universidade Federal do Acre - Membro
Prof Dr Jefferson Vieira José - Universidade Federal do Acre - Membro
Profa Dra Liana Oighenstein Anderson - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - Membro



Documento assinado eletronicamente por **Sonaira Souza da Silva, Professora do Magisterio Superior**, em 18/08/2023, às 12:32, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Liana Oighenstein Anderson, Usuário Externo**, em 18/08/2023, às 12:33, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edson Alves de Araujo, Professor do Magisterio Superior**, em 18/08/2023, às 14:10, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jefferson Vieira Jose, Professor do Magisterio Superior**, em 28/08/2023, às 10:39, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ufac.br/sei/valida_documento ou click no link [Verificar Autenticidade](#) informando o código verificador **1003453** e o código CRC **C9CA79E1**.

Referência: Processo nº 23107.025435/2023-79 SEI nº 1003453

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a todos os amantes da ciência, em especial a todos os que lutam por uma vida melhor através dela.

"Para uma mente completa, estude a arte da ciência; estude a ciência da arte. Aprenda a enxergar. Perceba que tudo se conecta a tudo" - Leonardo da Vinci

"Nenhum homem realmente produtivo pensa como se estivesse escrevendo uma dissertação." - Albert Einstein

"Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo." – Martin Luther King Jr.

"A educação é o nosso passaporte para o futuro, pois o amanhã pertence as pessoas que se preparam hoje." – Malcolm X

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a grande divindade do universo, que por acaso ou puro intelecto nos formou e nos trouxe até aqui.

Agradeço ao meu pai e minha mãe adotivos, Sr. Antônio e Sr^a Elita, que cuidaram de mim e me deram um lar, e não deixaram que meu fim fosse em uma caçamba de lixo, como era o desejo de minha mãe de sangue no momento em que vim ao mundo. A eles o meu mais profundo sentimento de amor e carinho, pelo exemplo de perseverança, honestidade e compaixão, que carregarei comigo para toda a vida. Apesar de ambos, ex-agricultor e ex-diarista, nunca terem chegado sequer a cursar um nível superior de ensino, sempre me incentivaram a ir o mais longe possível.

Agradeço a minha querida Amanda, pela ajuda e convivência diária, por sempre me apoiar em meus projetos e sonhos. Sem ela eu não teria finalizado este texto, pois no auge da pandemia em 2021, entrei em um estágio depressivo que me fez quase desistir do curso, mas em minha esposa tive suporte e força para continuar.

Agradeço a Universidade Federal do Acre, por todas as oportunidades ofertadas, seja com cursos de graduação ou bolsas de incentivo. Sem esta instituição pública eu pouco teria oportunidades de mudar minha realidade social.

Agradeço a todos os professores e professoras que participaram de minha formação, em especial aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Sem o empenho desses profissionais em manter este curso aberto eu não teria a oportunidade de pleitear este título. Faço aqui um agradecimento mais que especial ao professor Kleber Andolfato, que tirou um momento para conversar comigo sobre a vida, a trajetória acadêmica e sobre perseverar na busca de um objetivo.

Agradeço aos amigos e colegas da turma 2021, que tiveram comigo nessa caminhada: Aroldo Carvalho Lima, Antônio Marcos de Souza Aquino, Matheus Nascimento Oliveira, Thayna Tamara Souza da Silva, Paulo Henrique da Costa Silva, Jéssica Gomes da Costa, Raphaela de Brito Fernandes e Uilamir Costa de Alencar.

Agradeço á minha querida orientadora Dr^a Sonaira Souza da Silva, pela paciência e apoio em todo esse tempo de laboratório. Minha vida mudou a partir do momento que ela me aceitou no LabGama, e o sonho de ser um cientista passou a gradativamente se tornar realidade.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho. Obrigado!

RESUMO

As estradas amazônicas surgem como uma alternativa ao transporte hidroviário da região, tendo grande importância para as populações locais por facilitar os transportes, no entanto, tais vias geram profundos impactos ambientais negativos. Assim, é fundamental entender o processo de abertura das estradas ao longo do tempo e como recentemente ocorre a abertura de novas vias. Esta dissertação discute o processo de abertura das estradas no estado do Acre, com base em dados governamentais de 2014, sendo divididos e mapeados as estradas de no período de 1984-2020 utilizando imagens dos satélites Landsat, através do método de visualização e mapeamento manual. A fim de verificar as relações entre as estradas com outros fatores de degradação, foram aplicadas correlações e regressões entre as áreas queimadas anuais, os desmatamentos anuais e as estradas anuais pelos limites municipais do Acre. Desta forma, foram encontrados como resultados o total acumulado é de ~20mil km de estradas até 2020, sendo que muitas dessas estão conectadas a grandes rodovias federais e estaduais. Ao longo dos 36 anos analisados percebemos um avanço expressivo das estradas, em torno de 420% para a quilometragem e 1.290% para os trechos, com taxa de crescimento de 4,5% ano⁻¹. O valor médio das estradas anuais é de ~600km, correspondendo a distância terrestre entre as duas maiores cidades do estado: Rio Branco - Cruzeiro do Sul. Os anos mais significativos foram 2006, 2019 e 1985, respectivamente, sendo o ano de 1984. Quanto as estradas nos municípios, Rio Branco é o mais significativo, tendo 927 trechos e 2.865 km. Porém, considerando a densidade de estradas os municípios de Acrelândia, Brasiléia e Bujari, são os que se destacam, por possuírem altas quilometragem por km². Dentre as estradas nas categorias fundiárias, temos uma evidente expansão ao longo dos anos nos Projetos de Assentamentos (PAs), nas Terras Públicas (TPu) e nas Terras Particulares, com aumentos próximos a 400% no período. Cerca de 1/3 das estradas estão nos PAs, sendo que possuem apenas 1/10 do território acreano. As Terras Indígenas (TIs) e Unidades de Conservação (UCs) são efetivamente fatores de proteção do território contra o avanço das estradas. As TIs possuem apenas <1% das estradas, e ambas as Terras Protegidas (TPs) tem menos de <10% das estradas do estado. Dentre as TPs a mais significativa é a Resex Chico Mendes com 987 km e 286 trechos. A Resex Chico Mendes, o PA Pedro Peixoto e a Área Particular AP10 representam cerca de ¼ das estradas existentes em todo o Acre. Sobre as correlações realizadas neste estudo, inferimos que existe uma correlação positiva entre todas as variáveis, com diferentes graus de relação (Spearman): de 0,71 desmatamentos e queimadas, de 0,42 para estradas e desmatamentos, de 0,30 para estradas e queimadas. Assim, as estradas efetivamente estão relacionadas com os desmatamentos e queimadas, sendo esses três fatores o tripé da degradação do ambiente amazônico.

Palavras-chave: Amazônia. Estradas vicinais. Ramais. Categorias fundiárias. Desmatamentos. Queimadas.

ABSTRACT

Amazonian roads have emerged as an alternative to waterway transportation in the region, and are of great importance to local populations because they facilitate transportation. However, these roads generate profound negative environmental impacts. It is therefore essential to understand the process of opening roads over time and how new ones have been opened recently. This dissertation discusses the process of opening roads in the state of Acre, based on government data from 2014, dividing and mapping the roads from 1984-2020 using Landsat satellite images, through the method of visualization and manual mapping. In this way, the accumulated total is ~20,000 km of roads by 2020, many of which are connected to major federal and state highways. Over the 36 years analyzed, we saw a significant increase in roads, around 420% for mileage and 1,290% for sections, with a growth rate of 4.5% per year¹. The average value of the annual roads is ~600km, corresponding to the land distance between the two largest cities in the state: Rio Branco - Cruzeiro do Sul. The most significant years were 2006, 2019 and 1985, respectively, with 1984 being the most significant. As for the roads in the municipalities, Rio Branco is the most significant, with 927 stretches and 2,865 km. However, considering the density of roads, the municipalities of Acrelândia, Brasiléia and Bujari stand out for having high mileage per km². Among the roads in the land categories, there has been a clear expansion over the years in the Settlement Projects (PAs), Public Lands (TPu) and Private Lands, with increases of close to 400% over the period. Around 1/3 of the roads are in PAs, which cover only 1/10 of Acre's territory. Indigenous Lands (TIs) and Conservation Units (UCs) effectively protect the territory from the advance of roads. The TIs have only <1% of the roads, and both Protected Lands (TPs) have less than <10% of the state's roads. Among the PTs, the most significant is the Chico Mendes Resex with 987 km and 286 sections. The Chico Mendes Resex, the Pedro Peixoto PA and the AP10 Private Area account for around ¼ of the roads in the whole of Acre. Regarding the correlations made in this study, we infer that there is a positive correlation between all the variables, with varying degrees of relationship (Spearman): 0.71 for deforestation and fires, 0.42 for roads and deforestation, 0.30 for roads and fires. Thus, roads are effectively related to deforestation and fires, and these three factors are the tripod of degradation of the Amazonian environment.

Keywords: Amazonia. Vicinal roads. Ramais. Land categories. Deforestation. Burning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: O estado do Acre e seus municípios.....	24
FIGURA 2: Esquema referente a organização das etapas realizadas neste estudo....	25
FIGURA 3: Órbita/ponto usadas do satélite Landsat, destacadas com retângulo as cenas usadas no estudo.....	26
FIGURA 4: As estradas no estado do Acre a partir dos dados do CAR 2014.....	27
FIGURA 5: O estado do Acre e sua situação fundiária, segundo o ZEE/AC 2010.....	28
FIGURA 6: Representação do mapeamento das estradas usando as imagens Landsat. Imagem Landsat 8, ano de 2016, bandas 2-3-4 – Escala 1:60000; shapefile das estradas do CAR 2014.....	30
FIGURA 7: Áreas destinadas à validação/acurácia dos dados. Da esquerda para a direita: área 01- Cruzeiro do Sul, área 02- Tarauacá, área 03- Sena Madureira, área 4- Rio Branco, área 05- Xapuri.....	33
FIGURA 8: Exemplificação dos pontos distribuídos dentro e fora do buffer.....	34
FIGURA 9: Comparação entre uma imagem Landsat 8 (à esquerda) e uma imagem Planet (à direita), ambas de 2020, em escala 1:15.000.....	35
FIGURA 10: Regionais administrativas, municípios, estradas, e rodovias do Acre.....	36
FIGURA 11: Expansão das estradas acreanas (1985-2020).....	37
FIGURA 12: Total acumulado de estradas no Acre, de 1985 a 2020.....	38
FIGURA 13: Número de quilometragem de estradas nos municípios acreanos, até 2020.....	39
FIGURA 14: Categorização dos municípios acreanos a partir do comprimento (km) de estradas acumuladas até 2020.....	40
FIGURA 15: Densidade de estradas nos municípios do Acre.....	41
FIGURA 16: Categorização dos municípios acreanos a partir densidade de estradas.....	42
FIGURA 17: Percentual de trechos de estradas acrescidas entre 1985-2020 nos municípios acreanos, em comparação ao ano de 1984.....	43

FIGURA 18: Percentual de quilômetros de estradas acrescidas entre 1985-2020 nos municípios acreanos, em comparação ao ano de 1984.....	43
FIGURA 19: Divisão percentual das estradas acumuladas até 1984, entre 1985-2020, e até 2020, nos municípios do Acre.....	44
FIGURA 20: Crescimento acumulado anual das estradas nos municípios acreanos no período de 1985-2020.....	46
FIGURA 21: Percentual de crescimento (ano ⁻¹) nos municípios acreanos entre 1985-2020.....	47
FIGURA 22: Estradas acumuladas anuais nas diferentes categorias fundiárias do Acre.....	48
FIGURA 23: Diferenças entre os grupos das categorias fundiárias na expansão de estradas acreanas.....	49
FIGURA 24: Total acumulado e anual das estradas nas terras indígenas, de 1984-2020.....	50
FIGURA 25: Mapa da TI Campinas/Katukina, a que possui o maior comprimento de estradas dentre as TIs.....	52
FIGURA 26: Comprimento acumulado das estradas nas Terras Indígenas acreanas até o ano de 2020.....	53
FIGURA 27: Comprimento das estradas nas Terras Indígenas acreanas no período de 1985-2020.....	53
FIGURA 28: Total acumulado e anual de estradas nas Unidades de Conservação, de 1984-2020.....	54
FIGURA 29: Mapa da Resex Chico Mendes, a que possui o maior comprimento de estradas dentre as UCs.....	56
FIGURA 30: Total acumulado e anual das estradas nos projetos de assentamento do Acre, de 1984-2020.....	58
FIGURA 31: Comprimentos e trechos das estradas nos Projetos de Assentamento que lideram o ranking das vias no estado.....	59
FIGURA 32: Mapa dos PAs que lideram o ranking de estradas no Acre.....	60
FIGURA 33: Mapa de estradas no Projeto de Assentamento Pedro Peixoto.....	60
FIGURA 34: Comprimento acumulado das estradas nos PAs do Acre, de 1984-2020.....	62

FIGURA 35: Comprimento anual das estradas nos PAs do Acre, de 1984-2020.....	63
FIGURA 36: Total acumulado e anual de comprimento de estradas nas Áreas Particulares, de 1984-2020.....	64
FIGURA 37: Comprimento e trechos das estradas nos projetos de assentamento que lideram o ranking.....	65
FIGURA 38: Mapa das Áreas Particulares que lideram o ranking de estradas no Acre.....	66
FIGURA 39: Mapa de estradas na Área Particular AP10.....	67
FIGURA 40: Comprimento acumulado das estradas nas áreas particulares,1984-2020.....	68
FIGURA 41: Comprimento anual das estradas nas áreas particulares,1984-2020....	68
FIGURA 42: Total acumulado e anual de comprimento de estradas nas áreas públicas arrecadadas entre 1984-2020.....	69
FIGURA 43. Comprimento e trechos das estradas nas áreas públicas arrecadadas que lideram o ranking.....	70
FIGURA 44. Mapa das áreas públicas arrecadadas que lideram o ranking de estradas no Acre.....	71
FIGURA 45: Comprimento acumulado das estradas nas áreas particulares,1984-2020.....	72
FIGURA 46: Comprimento anual das estradas nas áreas particulares,1984-2020.....	72
FIGURA 47: Total acumulado das estradas nas terras públicas discriminadas, de 1984-2020.....	73
FIGURA 48: Comprimentos e trechos das estradas nas terras públicas discriminadas as que lideram o ranking.....	74
FIGURA 49: Mapa das áreas discriminadas que lideram o ranking de estradas no Acre.....	75
FIGURA 50: Comprimento acumulado das estradas nas áreas discriminadas,1984-2020.....	76
FIGURA 51: Comprimento anual das estradas nas áreas discriminadas,1984-2020.....	76
FIGURA 52: Total acumulado e anual de estradas nas áreas públicas sem estudo discriminatório, de 1984-2020.....	77

FIGURA 53: Comprimentos e trechos das estradas nas terras públicas sem estudo discriminatório que lideram o ranking.....	78
FIGURA 54: Mapa das áreas de terras públicas sem estudo discriminatório que lideram o ranking de estradas no Acre.....	78
FIGURA 55: Comprimento acumulado das estradas nas terras públicas sem estudo discriminatório,1984-2020.....	79
FIGURA 56: Comprimento anual das estradas nas áreas discriminadas,1984-2020.....	80
FIGURA 57: Total acumulado de estradas, desmatamentos e queimadas no Acre de 1985 a 2020.....	81
FIGURA 58: Dados anuais de estradas (km), desmatamentos (ha) e queimadas (ha) para o estado do Acre, entre 1986-2020.....	82
FIGURA 59: Análise gráfica dos pressupostos para realização dos testes.....	84
FIGURA 60: Visualização das correlações entre as variáveis.....	84
FIGURA 61: Relação gráfica entre as três variáveis analisadas. O gráfico em perspectiva a) indica a o comportamento das variáveis no 1º modelo, já gráfico em perspectiva b) indica o comportamento das variáveis no 2º modelo, e o gráfico de contorno c) indica a relação da variável preditora sobre o aumento das variáveis resposta.....	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Situação das Terras do estado do Acre, 2006.....	21
TABELA 2: Delimitação das imagens Landsat por ano, órbita/ponto e bandas.....	28
TABELA 3: Dados das estradas acreanas acumuladas para o ano de 1984, sua expansão até o ano de 2020, e seu percentual de crescimento/expansão e/ou redução.....	35
TABELA 4: Ranqueamento das estradas acreanas a partir do comprimento acumulado nos municípios até 2020.....	38
TABELA 5: Quantidades médias, máximas e desvios das estradas em 1984 e do período de 1985-2020, nos municípios acreanos.....	44
TABELA 6: Comprimentos (km) acumulados, trechos acumulados e percentual das estradas nas Terras Indígenas do Acre.....	49
TABELA 7: Comprimentos (km), trechos, médias, quilômetro máximo e desvios padrão das estradas nas terras indígenas, em 1984 e no período entre 1985-2020.....	46
TABELA 8: Comprimentos (km) e trechos das estradas nas Unidades de Conservação do Acre até o ano de 2020.....	54
TABELA 9: Comprimentos (km) e trechos das estradas nas Unidades de Conservação do Acre até o ano de 2020.....	55
TABELA 10: Valores de verificação do mapeamento das estradas acreanas.....	85

SIGLAS

BR – Rodovia Federal

CAR – Cadastro Ambiental Rural

DEM – Densidade de Estradas por Municípios

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes)

GEE – *Google Earth Engine*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

ITERACRE – Instituto de Terras do Acre

MAPBIOMAS – Projeto mapbiomas

PAAs – Projetos de Assentamentos

PA – Projeto de Assentamento

PAD – Projeto de Assentamento Dirigido

PAF – Projeto de Assentamento Florestal

PDS – Projeto de Desenvolvimento Sustentável

PE – Projeto Estadual Polo Agroflorestal

PIN – Plano de Integração Nacional

RGB – Padrão de cor visível: *red* (vermelho) *green* (verde) *blue* (azul)

SPU – Secretaria de Patrimônio da União

TPa – Terras Particulares

Tpu – Terras Públicas

TIs – Terras Indígenas

UCs – Unidades de Conservação

USGS – *United States Geological Survey*

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Evolução histórica da construção de rodovias e estradas na Amazônia.....	18
2.2 A construção de estradas como vetor de desmatamentos e queimadas	20
2.3 Situação fundiária no Estado do Acre	22
3 OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo Geral	24
3.2 Objetivos Específicos	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Área de estudo.....	25
4.2 Coleta dos dados	26
4.2.1 Imagens Landsat.....	26
4.2.2 Estradas.....	27
4.2.3 Situação fundiária	28
4.2.4 Desmatamento.....	29
4.2.5 Queimadas.....	29
4.3 Pré-processamento das imagens Landsat	30
4.4 Análise dos dados	30
4.4.1 Mapeamento das estradas	30
4.4.2 Recorte das estradas pelos dados territoriais e <i>Buffers</i>	31
4.4.3 Cálculo da densidade de estradas nos municípios	31
4.4.4 Organização, tabelamento e ranqueamento dos dados	32
4.4.5 Correlação entre estradas, queimadas e desmatamentos.....	32
4.4.6 Validação do mapeamento das estradas do Acre	33
5 RESULTADOS	36
5.1 Dinâmica espaço-temporal das estradas no Acre	36
5.2 Estradas nos municípios acreanos.....	39
5.3 Estradas nas categorias fundiárias do Acre	49
5.3.1 Dados gerais das estradas nas categorias fundiárias	49
5.3.2 Estradas em Terras Indígenas do Acre	50
5.3.3 Estradas nas Unidades de Conservação do Acre	55
5.3.4 Estradas nos Projetos de Assentamento do Acre.....	59
5.3.5 Estradas nas Áreas Particulares	64

5.3.6 Estradas nas Áreas Arrecadadas	70
5.3.7 Estradas nas Áreas Discriminadas	74
5.3.8 Estradas nas Áreas Sem Estudo Discriminatório	78
5.4 Relação das estradas com desmatamentos e queimadas anuais no Acre	81
5.4.1 Dados gerais das estradas, queimadas e desmatamentos no período.....	81
5.4.2 Relação das estradas, queimadas e desmatamentos com dados municipais .	84
5.5 Validação do mapeamento das estradas	87
6 DISCUSSÃO.....	88
7 CONCLUSÃO.....	93
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICES	101

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, sempre houve um desejo de construir estradas na Amazônia, tendo em vista seu grande escopo político, econômico, cultural, social e ambiental. Os debates sobre a abertura dessas vias sempre tiveram olhares nacionais e estrangeiros devido aos grandes potenciais da região, principalmente o potencial econômico, que atrai diversas pessoas para explorar a região (BARROS et al., 2020). A expansão da malha rodoviária e o crescimento populacional em seu entorno tem sido umas das principais causas do desmatamento na Amazônia Legal (FERRANTE; FEARNside, 2020; VILELA et al., 2020).

As rodovias na Amazônia, em grande parte foram construídas pelo governo federal no regime militar do Brasil (1964-1985), iniciando sua política expansionista na década de 60, sendo impulsionada principalmente por ideias de teor nacionalista que propagavam as mensagens de “conquista definitiva da Amazônia” e “unificação do país”. Desta forma, com esse viés integracionista, surgiu a Transamazônica (BR-230) e as primeiras grandes rodovias: Belém-Brasília (BR-010), Cuiabá-Porto Velho (BR-364) e a rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) (BARROS et al., 2020; FEARNside, 2020).

Na Amazônia existem dois tipos de estradas conhecidas, estradas oficiais federais e estaduais, e as estradas não-oficiais ou estradas vicinais. A primeira tem seus dados descritos nos órgãos oficiais, como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), e tem características distintas, como melhor asfaltamento e manutenção. A segunda tem caráter de estradas municipais, feitas de terra batida com pouca ou nenhuma sinalização, com baixo investimento do poder público, e que por muitas vezes são abertas por agentes não-governamentais (BRANDÃO; SOUZA, 2006). Diversos estudos direcionam para uma estreita relação entre estradas e desmatamentos (NEPSTAD et al., 2001; LAURANCE et al., 2002; SOARES-FILHO et al., 2006; BRANDÃO JR. et al., 2007; PFAFF et al., 2009; BARNI et al., 2012; BARBER et al., 2014; SOUZA et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2021). O arco do desmatamento, que é tido como a principal área desmatada na Amazônia, passa longe das grandes rodovias, porém este é influenciado fortemente por estradas estaduais e estradas vicinais (FERREIRA et al., 2005; PERZ et al., 2005; FEARNside; GRAÇA, 2009).

Estudos posteriores à construção das grandes rodovias na Amazônia, como as BR-319, BR-163 e BR-230, provaram que estas vias resultam efetivamente em danos

ambientais, econômicos e sociais. Porém, também é observado benefícios sociais e econômicos significativos para a população local (FERREIRA et al., 2005; FEARNSSIDE; GRAÇA, 2009). A construção de estradas na Amazônia é um tema polêmico, pois ao mesmo tempo que ajuda a reduzir o isolamento dos habitantes das áreas rurais e melhora sua qualidade de vida, principalmente a população mais pobre, contrariamente gera inúmeros impactos ambientais e socioeconômicos devido à falta de fiscalização e governança (PERZ et al., 2005; VILELA et al., 2020).

No Estado do Acre, na região sul ocidental da Amazônia, o estudo pioneiro de Nascimento et al. (2021) mapeou a expansão da rede de vicinais/ramais de 2007-2019, mostrando um aumento considerável de estradas em 2019 e sua relação direta com o avanço do desmatamento. Por isso, é de extrema importância a compreensão dos impactos da dinâmica da abertura de estradas a longo prazo, sua dinâmica espacial e temporal, e as inter-relações com outros processos de modificação e degradação do ambiente. Ainda é pouco conhecido a expansão das estradas vicinais amazônicas, e especialmente as estradas acreanas. Este estudo busca entender como se deu o estabelecimento dessas vias no Acre, e como estas influenciaram a degradação do território.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evolução histórica da construção de rodovias e estradas na Amazônia

A abertura das principais estradas na Amazônia brasileira teve início a partir da década de 60, onde por intermédio do governo federal realizou-se um grande empreendimento de integração e ocupação da região. Utilizando o slogan “integrar para não entregar”, o governo da época priorizou a expansão viária em favor das estradas em detrimento de outros modais, tendo em vista o grande crescimento da indústria automobilística nacional. A partir desses fatores ocorreu a vinda de diversos brasileiros de outras partes do país para a região norte, com o intuito de explorar os recursos naturais. Entretanto, por diversos fatores como infertilidade do solo, falta de crédito e outros, não obtiveram êxito em seus empreendimentos. Assim uma segunda leva de ocupantes chegou na região, os fazendeiros, que da mesma forma que os colonos fracassaram em seus projetos devido ao solo pobre, as pragas agrícolas, e doenças. Por fim, os últimos grupos organizados a tentarem explorar a Amazônia foram os madeireiros, em vista ao esgotamento dos recursos nas regiões sul e sudeste do Brasil. Assim, desde a década de 60, as estradas sempre foram usadas como um meio para acesso aos recursos disponíveis, por parte desses migrantes. (BECKER, 2001; BARROS; VERÍSSIMO, 2002; LUI; MOLINA, 2009; SILVA, et al., 2013; MEIRELLES FILHO, 2014).

A construção de estradas na Amazônia representou um marco na estratégia de ocupação e desenvolvimento da região. A primeira rodovia a criar uma conexão por terra da Amazônia com o restante do país foi a rodovia Belém-Brasília (BR-010), completada no ano de 1964. Na primeira metade da década de 70 foi idealizado e colocado em prática o Plano para a Integração Nacional (PIN) que estipulou eixos de desenvolvimento para a Amazônia com a construção de longas extensões de estradas, como a Transamazônica (BR-230, completada em 1974) e a Perimetral Norte (BR-210), a Cuiabá-Santarém (BR-163, completada em 1976), e também a Cuiabá-Porto Velho-Manaus (terminada em 1970) (NETO, 2019).

Um dos componentes centrais na estratégia efetiva de ocupação da Amazônia estava associado ao tipo de colonização encabeçada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), conhecido como urbanismo rural. Trata-se de estabelecer as cidades como locais de organização socioeconômica com uma

base centrada no ideal de “trazer a cidade para o campo”, com a ligação de áreas remotas através da malha rodoviária (PFAFF et al., 2009).

As primeiras grandes estradas serviram de acesso para o “desenvolvimento econômico” e idealizaram o conceito de “corredores de desenvolvimento”. Foi estabelecido ao longo dessas vias vários colonos, com ajuda do INCRA, a fim de assentar pessoas no entorno dessas vias, estabelecendo terrenos de 100 hectares cada, com a possibilidade de 50% de desmatamento do terreno. Esses empreendimentos não deram certo, apesar do esforço governamental, ocasionaram problemas sociais e ambientais aos colonos, às florestas e ao poder público. A criação extensiva de gado espalhou-se desorganizadamente nessas áreas (FEARNSIDE; GRAÇA, 2009; PFAFF et al., 2009; LAMEIRA et al. 2010).

As estradas sempre foram tidas como elos entre locais economicamente interligados, mas espacialmente separados. Historicamente, os rios foram as vias de acesso inicial para a conquista e comunicação da Amazônia, porém nunca foram suficientes, o que desencadeou o aparecimento das estradas na região. A exemplo, os países Brasil-Peru buscam a relação entre si por interesse econômico, mas que apenas usavam o Rio Amazonas para se comunicar. Com a intensificação da rede de estradas através da estrada Interoceânica (BR-317), houve ligação entre os países, porém os avanços econômicos ainda não foram identificados. No entanto, já é possível observar impactos negativos sobre a dinâmica social da região e o avanço do desmatamento (DOUROJEANNI, 2006; PERZ et al., 2012; BARALOTO et al., 2015).

A construção de estradas na Amazônia possui um dilema fundamental, elas ajudam no desenvolvimento econômico e social da região, melhorando a qualidade de vida das populações, principalmente a população rural, mas geram diversos impactos negativos sobre o meio ambiente de modo geral (PERZ et al., 2005). Grande parte dos atores sociais não se opõem à construção das estradas amazônicas, partindo do princípio que é necessário e inevitável. Para eles as estradas são ferramentas importantíssimas em suas vidas, e o seu uso posterior é que determina se no futuro esses empreendimentos têm mais ou menos impactos negativos (DOUROJEANNI, 2006).

2.2 A construção de estradas como vetor de desmatamentos e queimadas

Quanto mais estradas na Amazônia, maior o desmatamento associado (PFAFF, 1999; KIRBY et al., 2006). Geralmente, grande parte do desmatamento na Amazônia está concentrado próximo às estradas, seguindo padrões exponenciais (NEPSTAD et al., 2001; LAURANCE et al., 2002; SOARES-FILHO et al., 2006; BRANDÃO JR. et al., 2007; PFAFF et al., 2009; BARNI et al., 2012; BARBER et al., 2014; SOUZA et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2021).

O padrão de construção das estradas na Amazônia, relacionado aos projetos de assentamentos do INCRA, é chamado “espinha de peixe” (SOUZA JR et al., 2004, PFAFF et al., 2009). Segundo Souza Jr. et al. (2004), para mitigar os efeitos das estradas no ambiente amazônico seriam necessárias ações dos poderes públicos tais como: fiscalização intensiva dos locais mais críticos nas estradas, criação de novas áreas protegidas, preferencialmente Unidades de Conservação, e regularização fundiária.

As novas estradas na Amazônia têm sido comumente construídas em terras públicas, e a exploração madeireira tem amplo e fundamental papel na abertura dessas vias. O estabelecimento dessas em muitos casos pode ter engajamento do poder público municipal, “legitimando” essas estradas com melhorias de infraestrutura de rodagem e maior acesso do poder público a esses locais, beneficiando socioeconomicamente os colonos ilegais, e favorecendo assim a grilagem de terras, queimadas e degradação florestal (SOUZA JR. et al., 2004).

As atividades econômicas da região, como a pecuária, a agricultura de subsistência e as atividades madeireiras, estão atreladas fortemente às estradas na Amazônia, e desta forma ocasionam amplo impacto ambiental por meio de desmatamentos, queimadas e incêndios florestais (LAURANCE et al., 2001). O melhoramento das estradas existentes e implantação de rede elétrica por meio do poder público pode facilitar a abertura de novas frentes de desmatamento, intensificando o uso da terra e melhorando a mobilidade dos atores em favorecimento próprio (SOARES FILHO et al., 2004). Foi relatado para o sul do estado de Roraima, o mesmo padrão verificado para o restante da Amazônia Legal, existindo a compra de lotes de terras nas estradas vicinais da região por fazendeiros e pequenos proprietários, com o intuito de criação gado, agregando e consolidando com o tempo os lotes vizinhos, aumentando assim a sua área total e criando grandes latifúndios (FEARNSIDE, 2008; BARNI et al., 2012).

Na Amazônia, as estradas e rios são fatores determinantes para a conversão das florestas em agricultura, plantações e pastagens. O avanço da agricultura na floresta tropical representa aproximadamente 1/5 das emissões humanas de carbono na atmosfera (SOARES FILHO et al., 2004). O desmatamento modifica o microclima da área, tornando-a mais propensa às secas e incêndios florestais (BARROS; VERÍSSIMO, 2002). As condições regionais, biofísicas e socioeconômicas relacionadas às estradas podem afetar os regimes de uso da terra e de desmatamentos locais (PFAFF et al., 2009).

Segundo demonstrado por alguns autores, existe uma faixa de concentração de desmatamento com relação as estradas e rodovias em diversos lugares na Amazônia. Nepstad et al. (2001) demonstraram que 75% do desmatamento ocorreu dentro da faixa de 100 km a partir da borda das rodovias BR-010 (Belém-Brasília), BR-364 (Cuiabá-Porto Velho) e PA-150. Nascimento et al. (2021), mostraram que 95% do desmatamento acumulado no estado do Acre, sudoeste da Amazônia, está concentrado até 11 km a partir das rodovias e vicinais. Brandão Jr. et al. (2007), mostraram que 80% da área desmatada está concentrado até 05 km de distância das estradas, sendo somente 11% relacionado às estradas oficiais. Lameira et al. (2010), demonstraram que 27% da área até 5 km das estradas é de ocupação antrópica. Barni et al. (2012), demonstraram que em torno de 89% do desmatamento está concentrado até 20 km da rodovia BR-174.

Da mesma forma que o desmatamento, a distância das estradas também influencia a ocorrência de queimadas na Amazônia. No estudo de Silveira et al. (2020), foi demonstrado que existe uma influência de rodovias federais no aumento de áreas queimadas a partir de 7 km dessas vias até o limite de 50 km.

No Brasil, a prática das queimadas está muito atrelada ao modo de produção, sendo o manejo do fogo fundamental para a geração de renda e subsistência da população das áreas rurais. O Brasil figura entre os países com maior quantidade de carne bovina exportada para o exterior, cerca de 1,64 milhão de toneladas só em 2018. Da mesma forma, também a soja está diretamente associada ao desmatamento na Amazônia, devido à crescente necessidade de desmatamento de novas áreas para plantio, queimadas associadas e perda de biodiversidade (BARBER et al., 2014; FUCHS, 2020; MALAFAIA et al., 2020).

Historicamente, os incêndios na Amazônia são eventos de natureza rara, tendo em vista a baixa flamabilidade da floresta úmida. No entanto, as práticas de

desmatamento, manejo de áreas agrícolas e pecuária, intensificaram fortemente a ocorrência de fogo na região (BUSH et al., 2007; ARAGÃO et al., 2016; DE AVILA, 2019; MAY, 2019). As queimadas e incêndios florestais tornam o ambiente mais vulnerável a eventos climáticos e antropogênicos, reduzindo o estoque de carbono das florestas e influenciando no clima global (SANTOS et al., 2017; THALER et al., 2019).

2.3 Situação fundiária no Estado do Acre

Conforme a divisão percentual das terras do estado do Acre, os projetos de assentamento possuem 7,7% de área, as terras discriminadas *sub judice* representam 2,5%, as terras públicas 3,2%, as terras dominiais (lotes titulados e a titular) representam 1,3% e os imóveis rurais particulares representam 30,1% das terras do estado. Já as terras protegidas representam cerca de 45,6% do território acreano, sendo que deste total 31% são destinados às Unidades de Conservação (UCs) (9,5% de proteção integral e 21,5% de uso sustentável) e 15,5% de Terras Indígenas (TIs) (TABELA 1) (ACRE, 2010).

TABELA 1. Situação das Terras do estado do Acre.

Denominação	Quantidade	Área (ha)	% do Estado
Projetos de Assentamentos	107	1.641.158	9,99
Unidades de Conservação de Proteção Integral	3	1.563.769	9,52
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	16	3.544.067	21,58
Terras Indígenas	30	2.390.112	14,55
Subtotal	156	9.139.106,00	55,65
Terras em Discriminação <i>sub judice</i> ¹	9	410.866	2,50
Terras Públicas Não-Destinadas	várias	494.071	3,01
Terras Dominicais Estaduais (Lotes Titulados e a Titular)	4.086	209.270	1,27
Áreas Domínio Particular – SNCR	7.749	5.081.836	30,95
Áreas a serem discriminadas ²	várias	1.086.987	6,62
Subtotal		7.283.030	44,35
Área Total do Estado		16.422.136	100,00

Fonte: SEMA, IBAMA, ITERACRE, 2006.

¹ Terras não reconhecidas pelas comissões especiais do Incri e sugeridas a ação judicial

² Áreas originadas do deslocamento da Nova Linha Cunha Gomes e áreas que não sofreram ação discriminatória.

Fonte:

ACRE, 2010.

As áreas protegidas são áreas definidas necessariamente a fim de proteção e integridade dos ecossistemas, resguardando a biodiversidade e os serviços ambientais associados. As áreas protegidas caracterizam poucos mais de 15% da superfície terrestre. Por causa dessa grande proporção, muitos estudos consideram

essas áreas como a principal ferramenta de proteção do meio ambiente e da diversidade biológica. A sua criação, e manejo são partes fundamentais das políticas ambientais de qualquer país no mundo (JENKINS; JOPPA, 2009).

No Acre, nas décadas de 70 e 80, o governo federal, através do INCRA, iniciou um maciço processo de discriminação das terras do estado, com um objetivo principal de definir as terras públicas e privadas, assim barrando a ação nociva de grileiros e especuladores de terras. No ano de 2001, o governo do Acre criou o Instituto de Terras do Acre – ITERACRE, com a finalidade de apoiar as terras de interesse público e social, como as terras protegidas e os projetos de assentamento, e bem como a regularização de outras categorias fundiárias (ACRE, 2010).

Para o Acre, foram reconhecidas cerca de 34 Terras Indígenas, sendo que grande parte destas estão regularizadas. A regularização das terras desses povos é de fundamental importância para o reconhecimento sobre a terra que tradicionalmente sempre foram ocupadas pelos indígenas, sendo um importante fator de proteção da sua organização social e dos seus costumes e tradições. As terras indígenas acreanas estão destinadas a 14 povos, abrangendo uma área de 2.390.112 hectares, cerca de 14% do território do Acre. Nos territórios indígenas, vivem cerca de 12.720 indígenas. Do total de 34 terras indígenas do Acre, 24 já estão totalmente regularizadas junto a Secretária de Patrimônio da União (SPU), ato que formaliza o processo de regulamentação fundiária (ACRE, 2010).

Quanto aos Projetos de Assentamento – PA, do Acre, cerca de 1.955.870 hectares estão destinados para diversas modalidades desta categoria fundiária, totalizando cerca de 21.044 famílias assentadas, com capacidade máxima de 26.174 famílias. Os PAs representam cerca de 9,8% das terras acreanas, com cinco modalidades diferentes, sendo elas Projeto Assentamento (PA) Projetos de Assentamento Dirigido (PAD), Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Projeto de Assentamento Florestal (PAF) e Projeto Estadual Polo Agroflorestal (PE). As modalidades de projetos de assentamento foram implantadas a partir de 1987, e visavam estabelecer uma adequação do uso da terra a sua função socioeconômica, assim foram criadas no Acre 64 Projetos de Assentamento, em uma área de 486.177 ha, com capacidade para assentar 11.816 famílias, havendo já formalizados 10.241 assentamentos, por volta de 86,6% da capacidade (ACRE, 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar a dinâmica espaço-temporal das estradas para o estado do Acre e sua relação com limites políticos, desmatamentos e queimadas no período de 1984-2020.

3.2 Objetivos Específicos

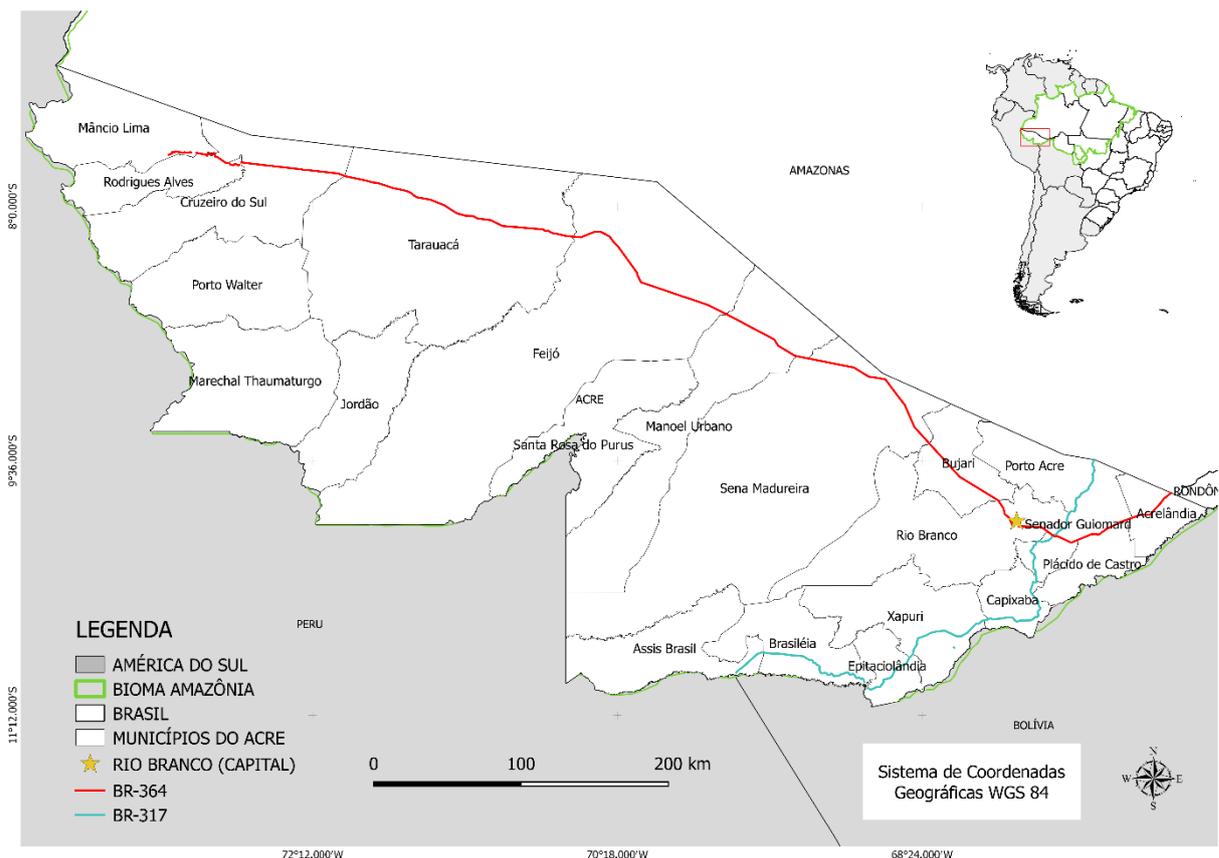
- Realizar análise multitemporal da construção de estradas no período de 1984-2020, com auxílio de imagens de satélites orbitais e ferramentas de geoprocessamento aplicado para os anos de 1984 a 2020.
- Quantificar a extensão das estradas para todo o Acre, seus municípios e as suas categorias fundiárias, no período em questão.
- Verificar as correlações existentes entre as estradas mapeadas e os principais fatores de degradação da região, como desmatamentos e queimadas.
- Validar o mapeamento das estradas acreanas utilizando as imagens orbitais do satélite Planet.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

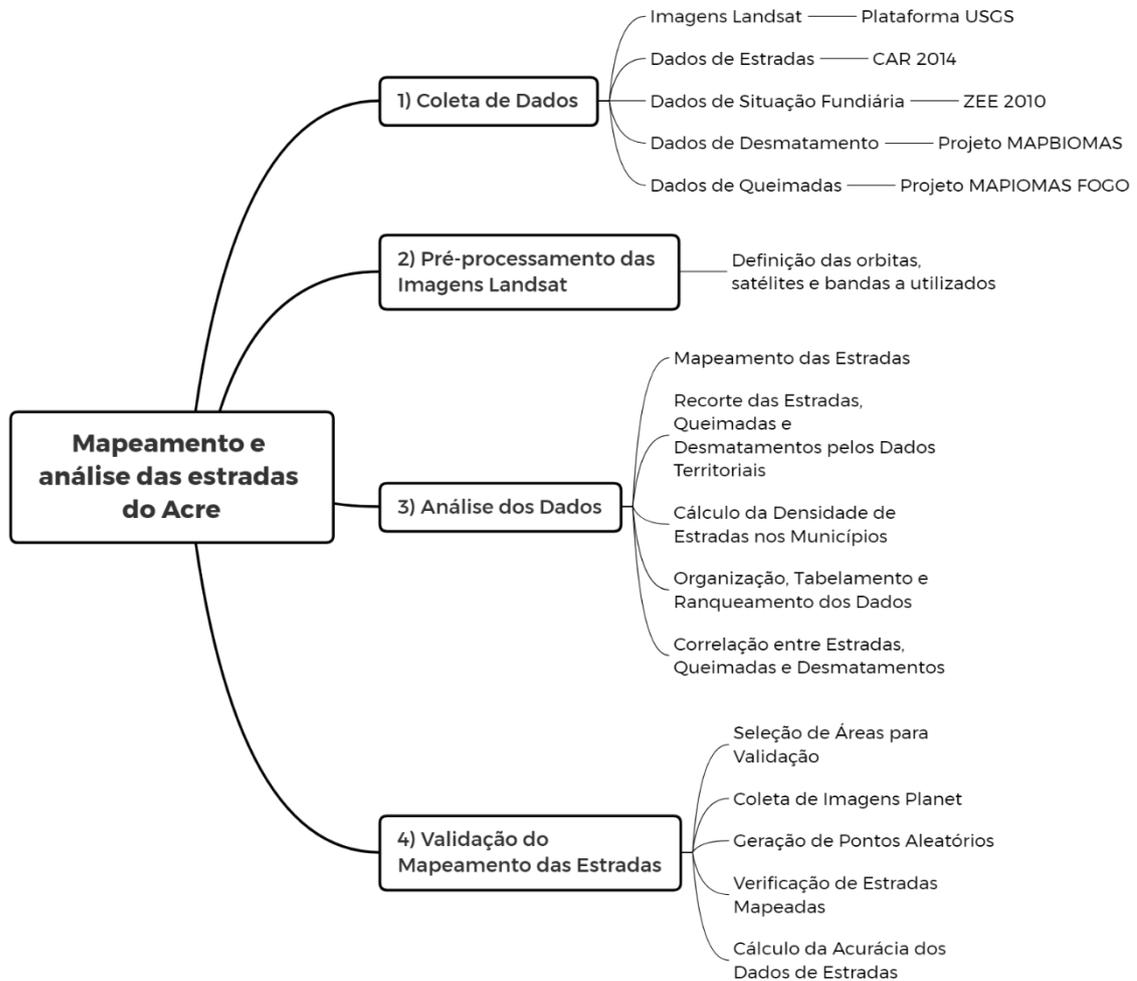
A área de estudo está geograficamente localizada no sudoeste da Região Norte, entre as latitude $-7^{\circ}06'56''\text{N}$ e longitude $-73^{\circ}48'05''\text{N}$, latitude de $-11^{\circ}08'41''\text{S}$ e longitude $-68^{\circ}42'59''\text{S}$, com altitude média de 200m. Os limites político-administrativos do estado do Acre são formados por fronteiras internacionais com Peru (Oeste) e Bolívia (Sul) e por divisas estaduais com os estados do Amazonas (Norte) e Rondônia (Leste). Com área total de 164.173,431 km², possui duas mesorregiões, cinco microrregiões, e dividido por 22 municípios (FIGURA 1). A população estimada em 2021 foi de aproximadamente 906.876 pessoas, sendo que as cidades mais populosas são Rio Branco (capital), Cruzeiro do Sul, Feijó, Tarauacá e Sena Madureira. Compreende parte da bacia hidrográfica do Rio Amazonas, sendo os principais rios: Acre, Purus e o Juruá (COSTA et al., 2012; IBGE, 2022). Suas principais estradas são a BR-364, que interliga grande parte municípios acreanos ao restante do Brasil, e a BR-317, que interligada a *carretera Inteoceânica* constitui uma conexão brasileira aos portos do Oceano Pacífico peruano.

FIGURA 1. O estado do Acre e seus municípios.



A Figura 2 é um resumo das etapas e procedimentos adotados para realização deste estudo. Foram realizadas quatro etapas principais.

FIGURA 2. Esquema referente a organização das etapas realizadas neste estudo.



Fonte: autor (2023).

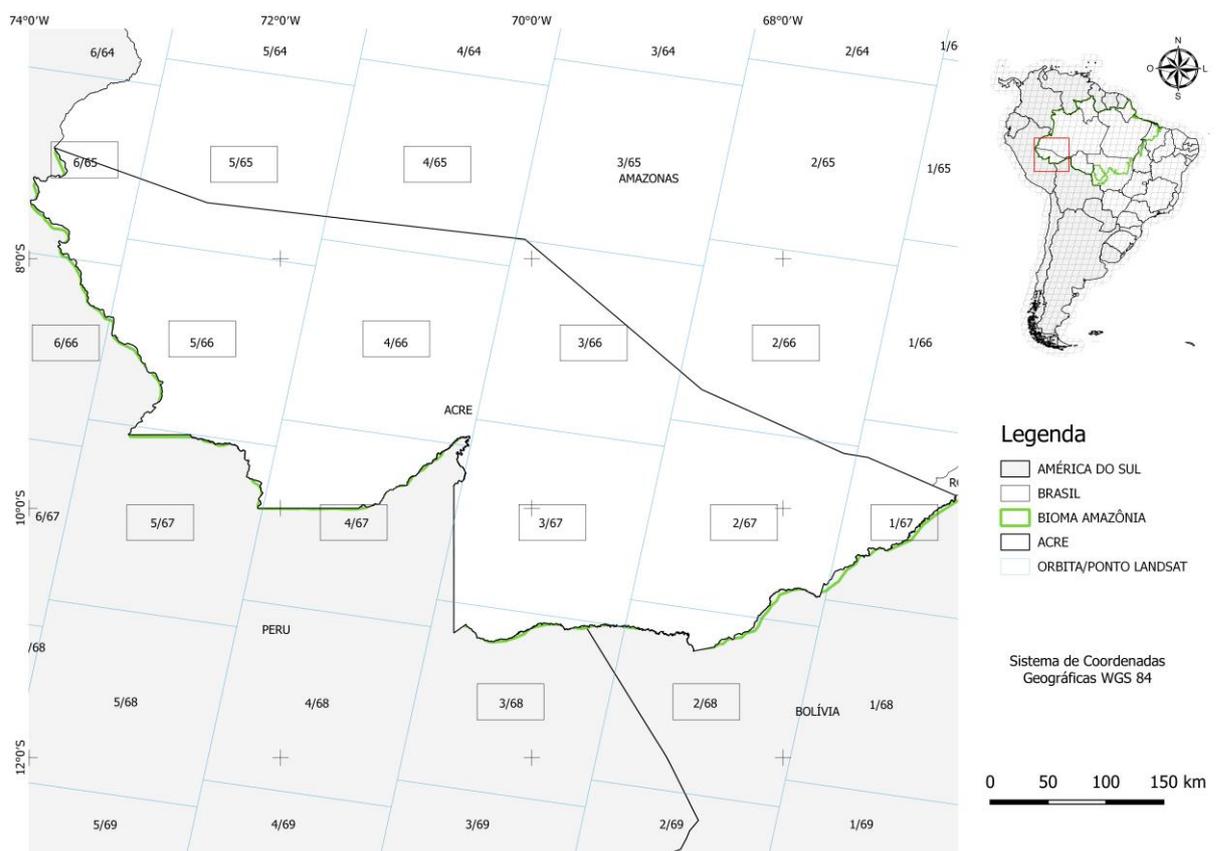
4.2 Coleta dos dados

4.2.1 Imagens Landsat

As imagens de satélites utilizadas nesta pesquisa foram das missões Landsat 5, 7 e 8 sensores TM e OLI, com resolução de imagem de 30 metros, acessadas e obtidas gratuitamente pelas plataformas “*Explore*” dos endereços eletrônicos do *United States Geological Survey (USGS)* (USGS, 2022), e *Google Earth Engine (GEE)* (GEE, 2022). Para a construção do mosaico para recobrir o estado foram necessárias 15 cenas (FIGURA 3), sendo assim escolhidas 15 imagem por ano entre os meses de junho a novembro, período de seca amazônica (OLIVEIRA et al., 2011, FISH et al.

2022). A escolha das imagens analisadas no período deu-se por análise visual, sendo justificada pela quantidade de interferências por nuvens contidas nas imagens disponíveis. Na totalidade foram analisadas 555 imagens de satélites, com extensão de uma imagem igual a 170 km no eixo Norte Sul, 183 km no sentido Leste-Oeste, e com área de 31.110 km² (ENGESAT, 2013).

FIGURA 3. Órbita/ponto usadas do satélite Landsat, destacadas com retângulo as cenas usadas no estudo.



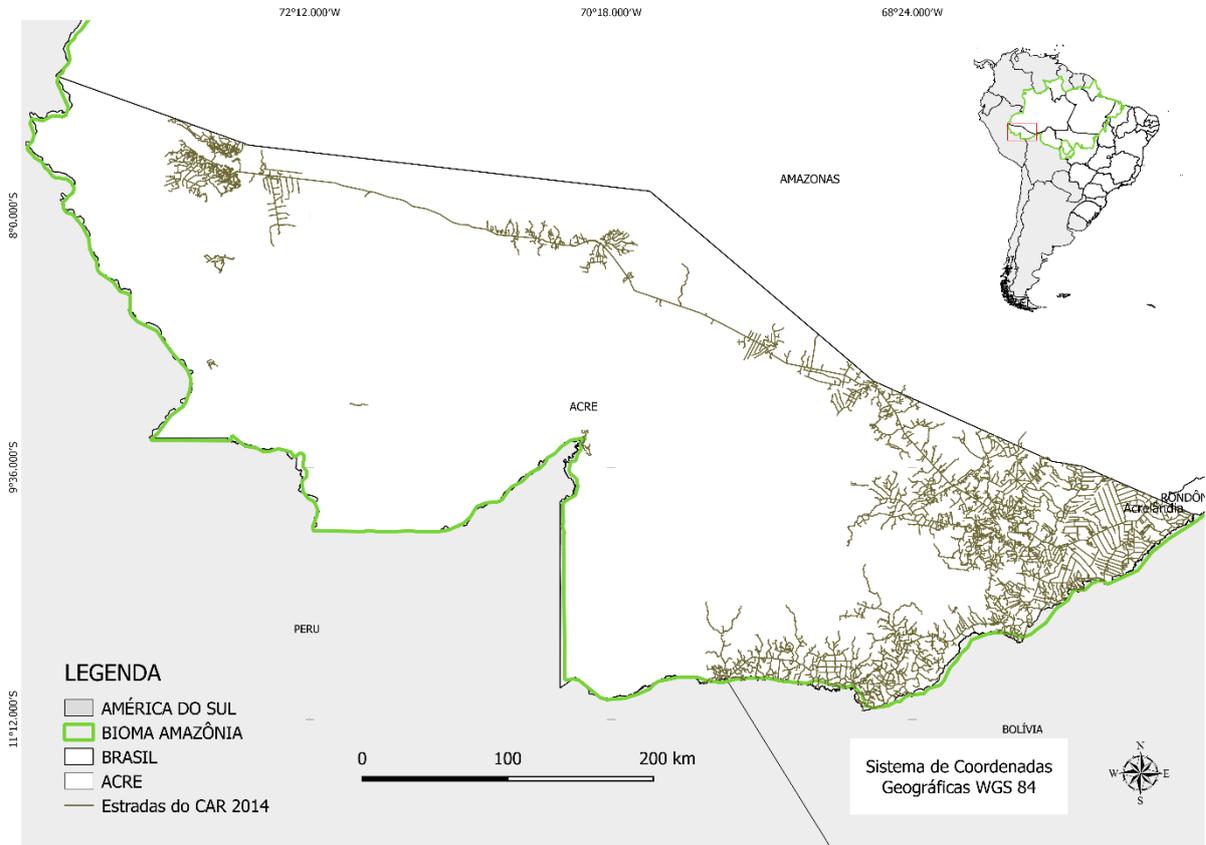
Fonte: autor (2021).

4.2.2 Estradas

Foi utilizado o mapeamento das estradas do Cadastro Ambiental Rural do Estado do Acre (CAR Acre), realizado em 2014 (SICAR, 2023) (FIGURA 4). Em formato *shapefile*, este dado expressa a malha de estradas Federais, Estaduais e estradas municipais/ramais/estradas rurais existentes em 2014, sendo assim não possui divisão por ano. Desta forma, esta base foi utilizada para obter a indicação do ano de aparecimento dos trechos de estradas de 1984 a 2014, e foram adicionados

manualmente à essa base de dados os novos trechos criados para o período de 2015 a 2020, conforme a visualização das estradas nas imagens Landsat.

FIGURA 4. As estradas do Acre, segundo os dados do CAR 2014.

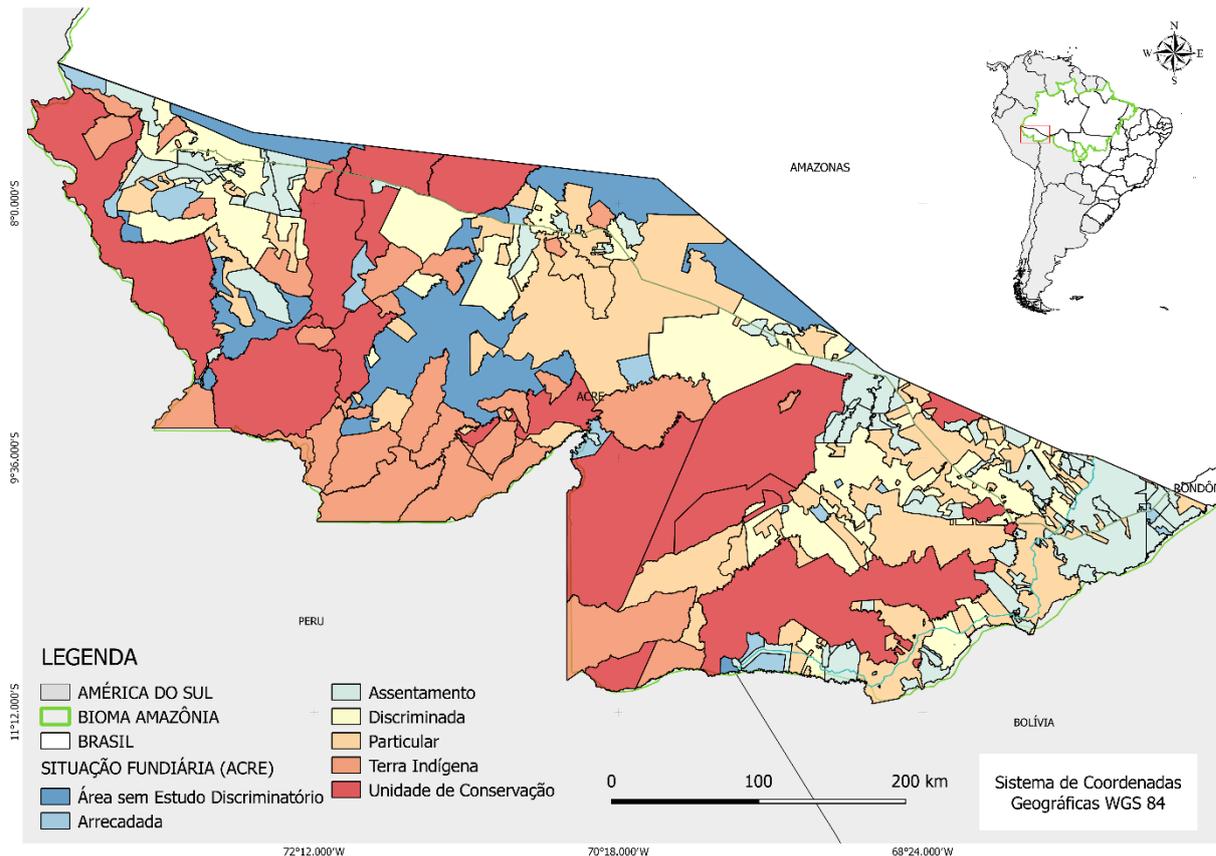


Fonte: autor (2021).

4.2.3 Situação fundiária

Os dados referentes à situação fundiária foram adquiridos do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE, 2010). Assim, foram utilizados neste estudo os dados de Unidades de Conservação (UCs), Terras Indígenas (TI), Projetos de Assentamentos (PAs), Áreas Particulares, Áreas Discriminadas, Áreas Arrecadadas e Áreas sem Estudo Discriminatório, sendo computadas as estradas presentes nessas áreas utilizando os dados descritos anteriormente (FIGURA 5).

FIGURA 5. O estado do Acre e sua situação fundiária, segundo o ZEE/AC 2010.



Fonte: autor (2021).

4.2.4 Desmatamento

Para o desmatamento, foram utilizados os dados georeferenciados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS), acessados na plataforma *on-line* Terra Brasilis (MAPBIOMAS, 2022a). A plataforma tem em sua base os dados para toda a série histórica, dos anos de 1985 a 2020, e os disponibiliza gratuitamente.

4.2.5 Queimadas

Para os dados de queimadas anuais foi utilizado o produto do projeto MAPBIOMAS (MAPBIOMAS, 2022b), acessado gratuitamente na plataforma oficial do programa. A coleção 01 do Mapbiomas fogo dispõe do mapeamento de cicatrizes de queimadas do ano de 1985 a 2020 para o Brasil inteiro. O mapeamento de queimadas realizado no projeto foi feito usando imagens do satélite Landsat com resolução espectral de 30 metros, produzindo dados mensais e anuais. Esta base de dados utilizou de inteligência artificial a partir do uso de algoritmos de aprendizagem de

máquina (*deep learning*) na plataforma *Google Earth Engine* e *Google Cloud Storage* que oferecem imensa capacidade de processamento em nuvem.

4.3 Pré-processamento das imagens Landsat

As imagens dos satélites são divididas em diversas bandas espectrais, e para a visualização dos objetos na paisagem é necessário fazer uma composição de bandas (ARAUJO; MELLO, 2010). Assim, foi realizado uma composição de bandas no padrão RGB (*Red-Green-Blue*) utilizando as bandas 1/2/3 para os satélites Landsat 5 e 7 e bandas 2/3/4 para o Landsat 8 (TABELA 02). Essa composição de bandas foi feita no *software* Arcgis versão 10.8 (ESRI, 2011), seguindo estes passos: janelas *arctoolbox – data management Tools – raster – raster processing – composite bands – input raster* (escolha das bandas) – *output raster* (local de salvamento da imagem RGB).

TABELA 2. Delimitação das imagens Landsat por anos, órbita/ponto, satélites e bandas.

Anos	Órbitas/pontos	Satélites	Bandas
1984 a 2011	006/65, 006/66	Landsat 5	1/2/3
2012	005/65, 005/66, 004/65, 004/66, 004/67, 003/66, 003/67, 003/68,	Landsat 7	1/2/3
2013 a 2020	002/66, 002/67, 002/68, 001/67	Landsat 8	2/3/4

Fonte: autor (2021).

4.4 Análise dos dados

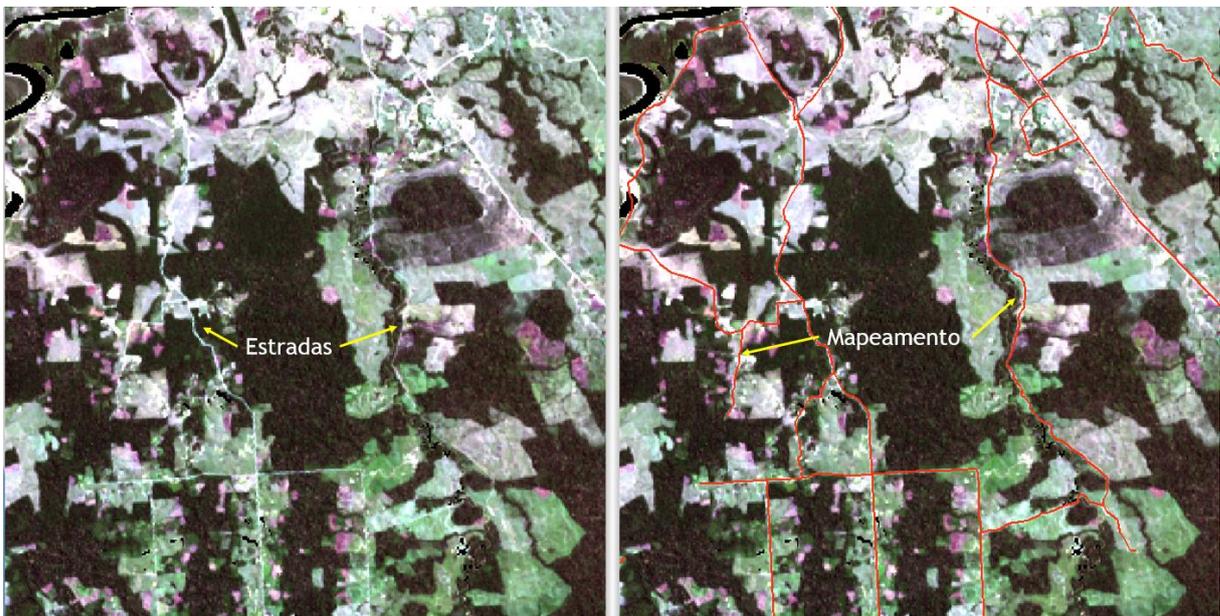
4.4.1 Mapeamento das estradas

O mapeamento anual das estradas foi feito a partir das imagens do satélite Landsat para o período de 1984 a 2020 (TABELA 2). As estradas são diferentes de outras feições lineares, pois possuem características espectrais diferentes e arranjo espacial próprio (BRANDÃO JR.; SOUZA JR., 2006), assim, foram definidos os anos de abertura/criação das estradas com base na interpretação visual de todas as 555 imagens Landsat, na escala 1:30000. Esse processo foi realizado utilizando o *software* Arcgis versão 10.8 (ESRI, 2011), sendo adicionado primeiramente a imagem de

satélite (raster-RGB) e depois a base de dados de estradas do CAR (em formato *shapefile*) por cima (FIGURA 6). O início do mapeamento foi feito nas imagens de 1984. Obviamente o ano de 1984 será todo o acumulado deste ano e dos anteriores, sendo efetivamente o início do mapeamento anual, o ano de 1985. Foi utilizada a ferramenta *editor* para definir os trechos das estradas e assim fazer essa definição por ano na base do CAR até 2014. Após o ano 2014, essas estradas foram incorporadas de forma manual a partir de uma análise visual das imagens Landsat utilizando a ferramenta *create features*. A ferramenta *editor* está na aba *customize – toolbars*.

FIGURA 6. Representação do mapeamento das estradas usando as imagens Landsat. Imagem Landsat 8, ano de 2016, bandas 2-3-4 – Escala 1:60000; *shapefile* das estradas do CAR 2014.

Fonte autor (2021).



4.4.2 Recorte das estradas, queimadas e desmatamentos pelos dados territoriais

Após o mapeamento das estradas por ano, foi dividido uma cópia do *shapefile* por cada município e para as áreas da situação fundiária. De forma similar também foi recortado o *shapefile* das queimadas e desmatamentos pelos municípios acreanos.

4.4.3 Cálculo da densidade de estradas nos municípios

Para obter a Densidade de Estradas por Município (*DEM*), foi utilizado a quantidade de trechos, os comprimentos (km), e a área dos municípios acreanos disponíveis gratuitamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2022c). Segue a equação:

$$DEM = \frac{TRECHO + COMPRIMENTO}{\text{ÁREA}} \quad (1)$$

4.4.4 Organização, tabelamento e ranqueamento dos dados

Após o processamento das imagens e delimitação das estradas por ano, foi quantificado e tabelado o total acumulado e anual das estradas criadas em 1984 e nos 35 anos subsequentes. Foi quantificado e ranqueado o total de estradas por município e situação fundiária, bem como a expansão destas no período. Foram apuradas as quantidades e tamanhos dos polígonos de queimadas e desmatamentos em relação à distância das estradas, e suas frequências, dentro dos *buffers* definidos. Foram produzidos mapas temáticos a fim de melhorar visualização e interpretação dos dados, utilizando o programa Qgis versão 2.18. Segundo Lameira (2010), esse processo permite uma melhor explicação, descrição, enumeração e classificação dos arranjos espaciais da paisagem.

4.4.5 Correlação e regressão entre estradas, queimadas e desmatamentos

Objetivando compreender a relação entre os principais fatores de degradação, foram aplicadas correlações e regressões entre as áreas queimadas anuais, os desmatamentos anuais e as estradas anuais pelos limites de todo o Acre, e seus municípios. Primeiramente, foram observados os pressupostos para a escolha do teste adequado, assim foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (TORMAN et al., 2012) nas variáveis e nos resíduos, e verificações dos *outliers* e homoestaticidade da amostra. No teste de normalidade, a hipótese nula (H_0) é a de que os dados são normais, e a hipótese alternativa (H_1) é a de que os dados não seguem o padrão normal.

Verificados os pressupostos, foi aplicado o teste de correlação linear de Spearman (AKOGLU, 2018) e gerado dois modelos de regressão linear (FIELD, et al., 2012) ao nível de significância $\alpha=5\%$. A hipótese nula (H_0) é a de que não existe

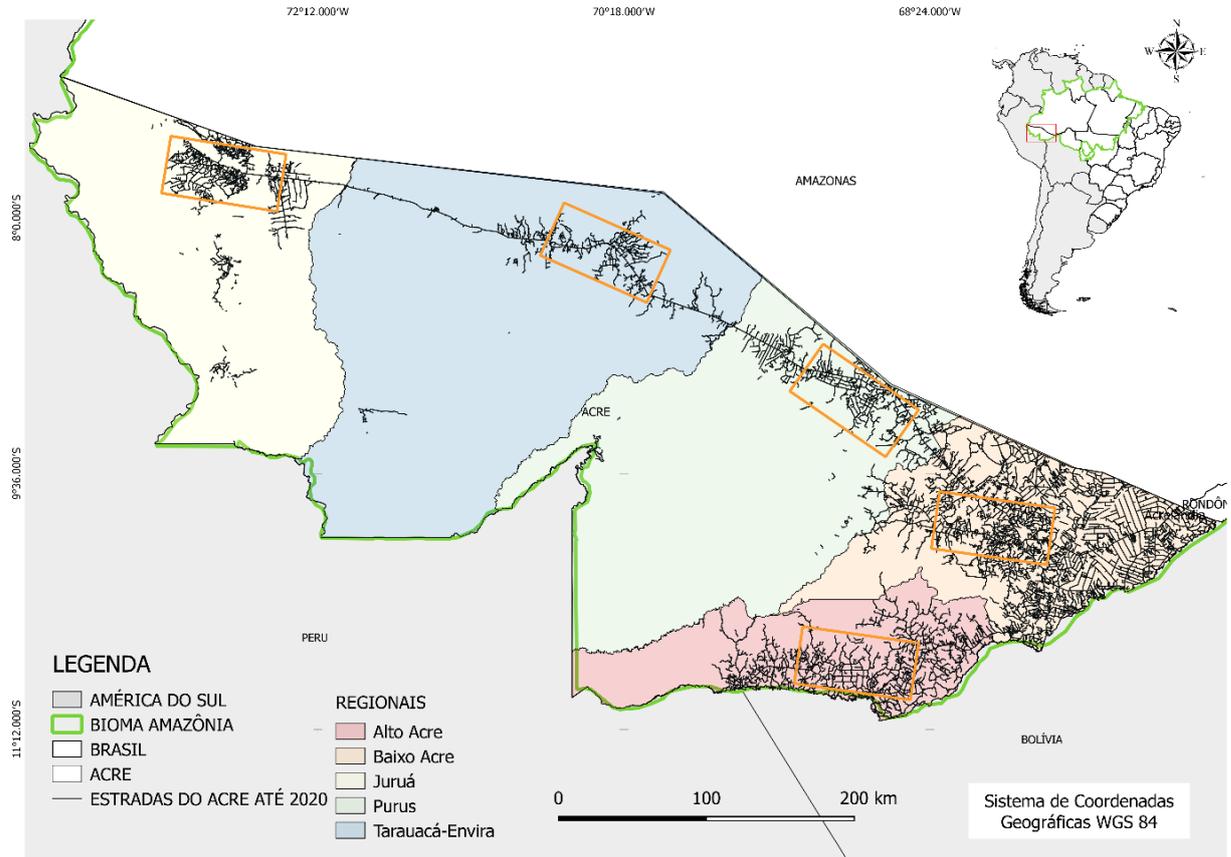
correlação entre as estradas, os desmatamentos e as queimadas, e a hipótese alternativa (HA) é a de que existe correlação entre as estradas, os desmatamentos e queimadas. Foi utilizado o *software* R (RSTUDIO, 2022), para realização dos testes.

4.4.6 Validação do mapeamento das estradas do Acre

Para validação dos dados de estradas foram definidas cinco áreas com ~3.200 km² cada, de forma retangular, tendo uma base = 80 km e altura = 40 km. A soma das áreas definidas representa cerca de ~10% da totalidade das terras do Acre. Foi considerada uma área para cada regional administrativa, em regiões com maior densidade de estradas (FIGURA 7). Essa escolha metodológica representa um modelo similar, ao adotado por Nascimento e colaboradores (2021). Foi realizado um recorte das estradas pelas áreas, e posteriormente gerado um *buffer* de distância fixa bilateral de 10 metros no entorno dessas vias. Dentro desses buffers foram randomizados cerca de 500 pontos por área (FIGURA 8A). Para verificar se existem estradas não mapeadas, foram gerados 500 pontos fora do *buffer* em cada uma das cinco áreas (FIGURA 8B). No total foram randomizados 5.000 pontos.

As imagens usadas para essa validação foram oriundas dos satélites *PlanetScope*, pertencentes à empresa americana Planet Labs, que possuem nano-satélites com resolução espacial de três metros e cobertura diária de todo o País (PLANET, 2022). As imagens Planet possuem melhor resolução de imagem em comparação as imagens Landsat (30 metros), sendo por esse motivo escolhidas para essa verificação (FIGURA 9). As imagens foram obtidas *online* na plataforma Planet, com acesso gratuito limitado para uso acadêmico. Foram escolhidas 15-16 imagens para cada área, do mês de outubro de 2020, sendo utilizadas no total 78 imagens.

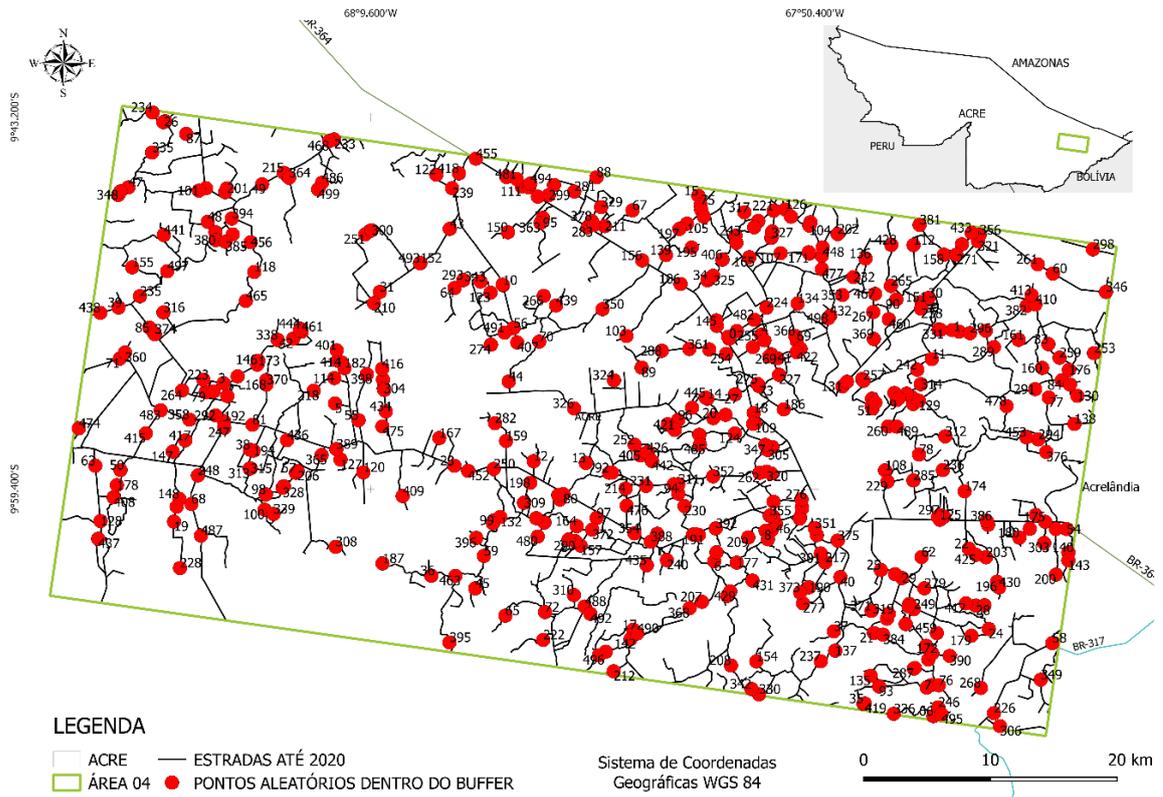
FIGURA 7. Áreas destinadas à validação/acurácia dos dados. Da esquerda para a direita: área 01- Cruzeiro do Sul, área 02- Tarauacá, área 03- Sena Madureira, área 04- Rio Branco, área 05- Xapuri.



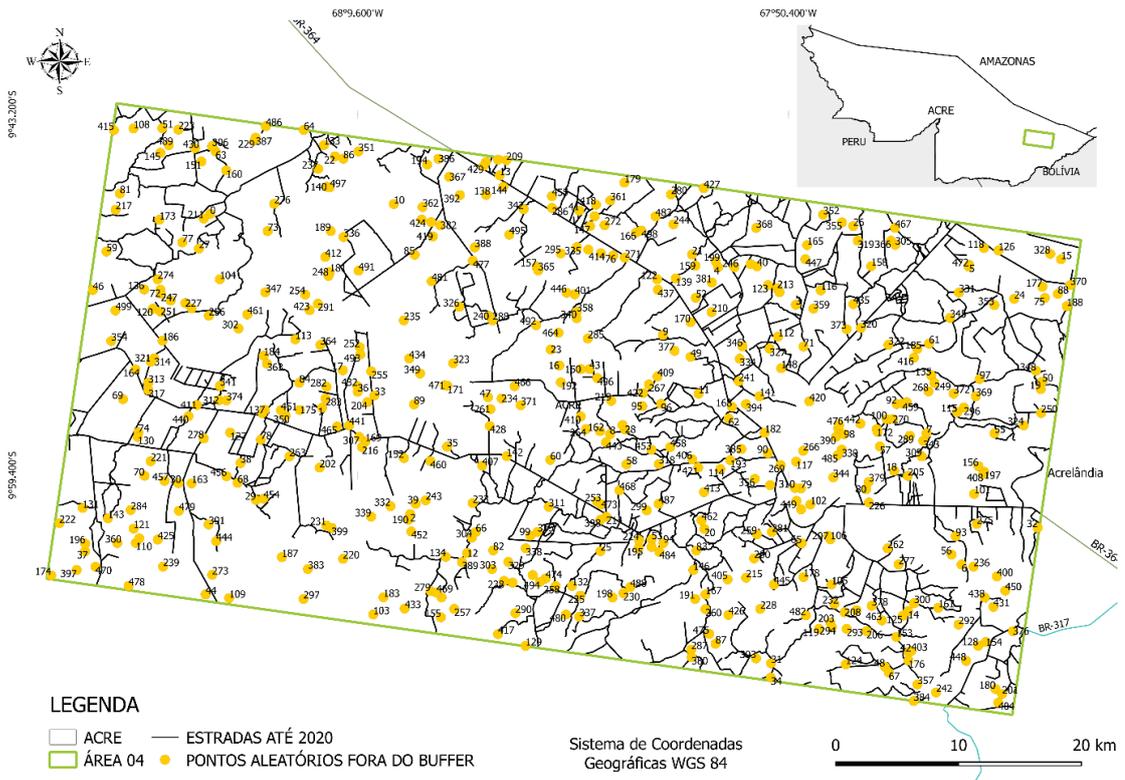
Fonte: autor (2022).

FIGURA 8. Exemplificação dos pontos distribuídos dentro e fora do *buffer*.

(A)

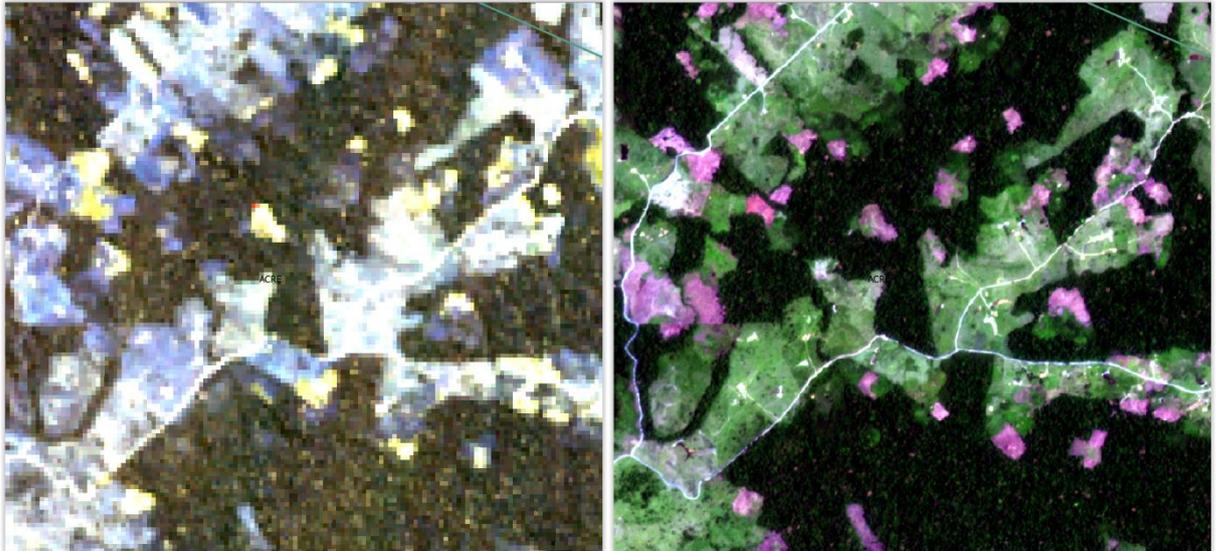


(B)



Fonte: autor (2023).

FIGURA 9. Comparação entre uma imagem Landsat 8 (à esquerda) e uma imagem Planet (à direita), ambas de 2020, em escala 1:15.000.



Fonte: autor (2023).

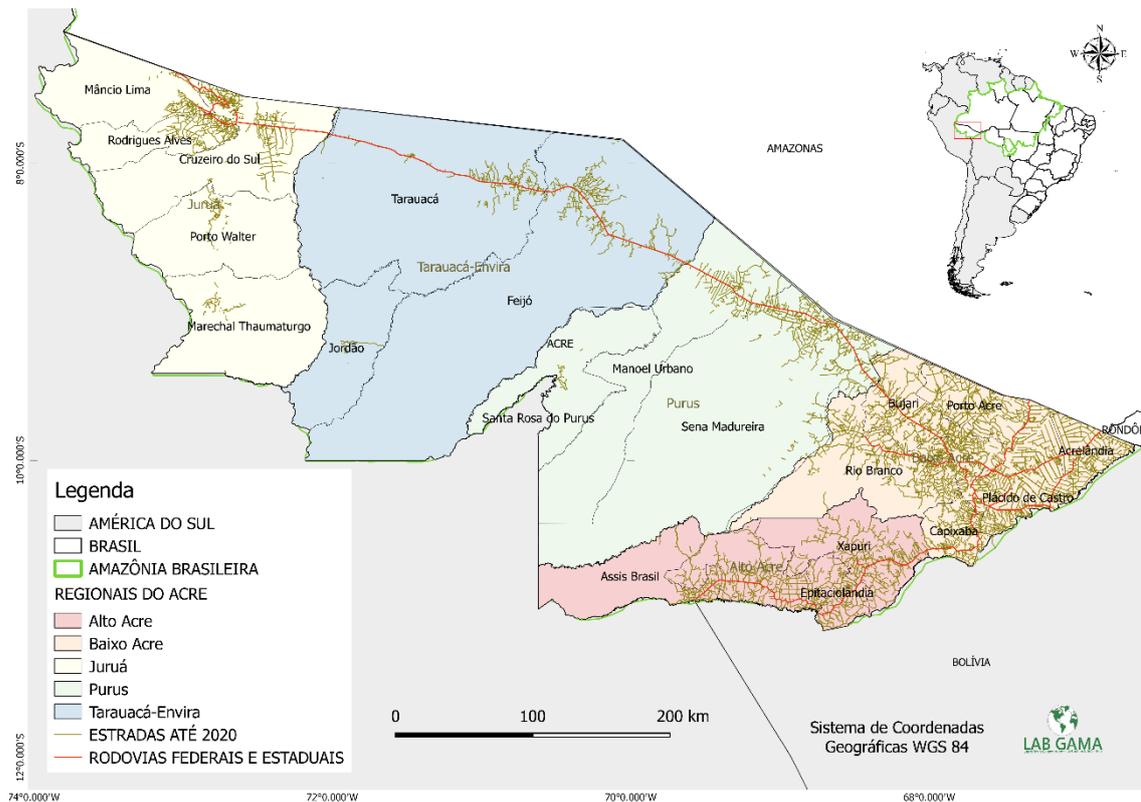
A resolução utilizada foi de 1:15000. Ao final foi dado a acurácia dos dados de estradas produzidos neste estudo. Para realização dos procedimentos descritos foi utilizado o *software* Qgis, versão 2.18 (QGIS, 2023).

5 RESULTADOS

5.1 Dinâmica espaço-temporal das estradas no Acre

O Acre possui um total acumulado de 20.203 km de estradas até o ano de 2020, espacialmente concentradas em maior proporção na região leste do estado. As estradas estão presentes em todas as regionais administrativas, e em todos os municípios do Acre, sendo grande parte delas interligadas com as extensas rodovias federais (BR-307, BR-317, BR-364) e rodovias estaduais (AC-40, AC-99, AC-400, AC-405). Somente as estradas dos municípios de Porto Walter, Marechal Thaumaturgo, Jordão e Santa Rosa do Purus não estão interligados a essas rodovias, tendo um padrão diferente no seu estabelecimento (Figura 10).

FIGURA 10. Regionais administrativas, municípios, estradas, e rodovias do Acre.



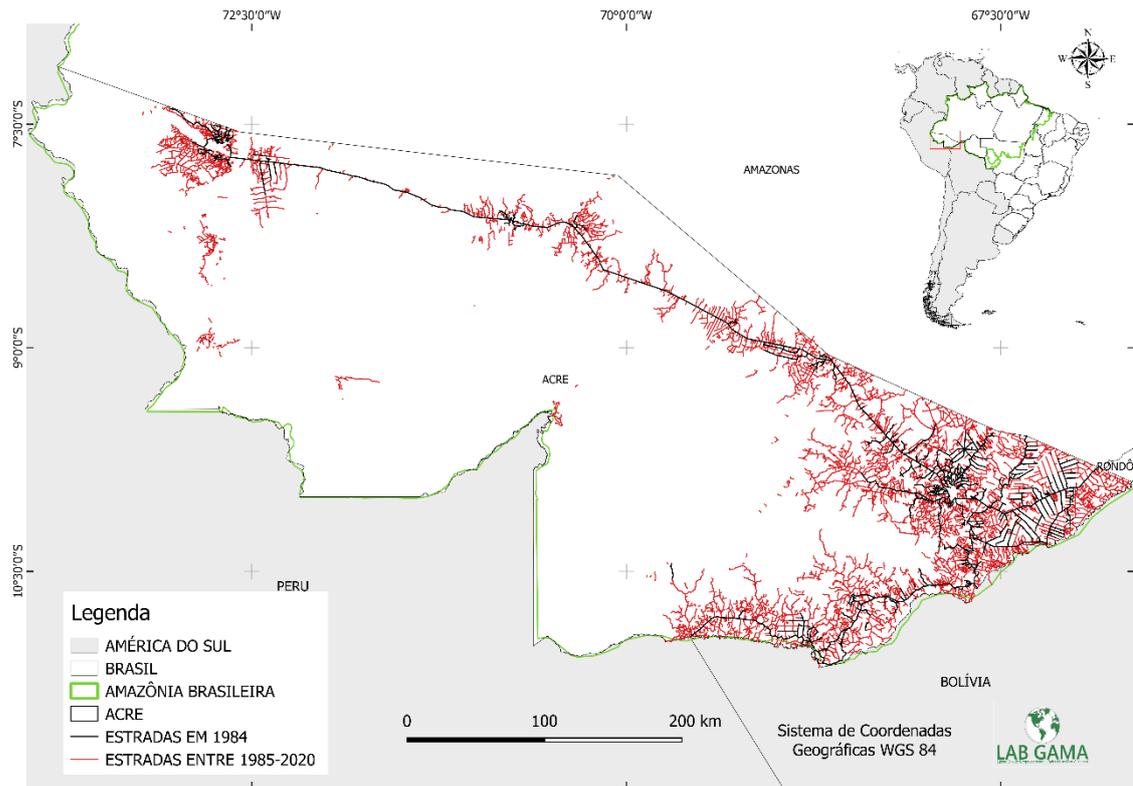
Fonte: autor (2022).

O acumulado de estradas até 1984 foi 3.854 km, aumentando para 16.348 km entre os anos de 1985-2020, representando um aumento de 424% ao total (FIGURA 11, Tabela 3). Foram identificados 509 trechos em 1984, aumentando para 6.566 trechos entre 1985-2020, um aumento de 1.290% (TABELA 3).

TABELA 3. Dados das estradas acreanas acumuladas para o ano de 1984, sua expansão até o ano de 2020, e seu percentual de crescimento/expansão e/ou redução.

	1984	1985-2020	% Crescimento	Expansão ou Redução	Total
Comprimento	3.854 km	16.351 km	424%	4,2 vezes	20.205 km
Trechos	509	6.566	1.290%	12,9 vezes	7.075
Média	7,5 km	2,4 km	-68%	- 0,3 vezes	-
Máximo	208 km	33 km	-84%	- 6,3 vezes	-
Mínimo	0,1 km	0,1 km	0%	0	-
Desvio padrão	17,4 km	2,4 km	-86 %	-0,9 vezes	-

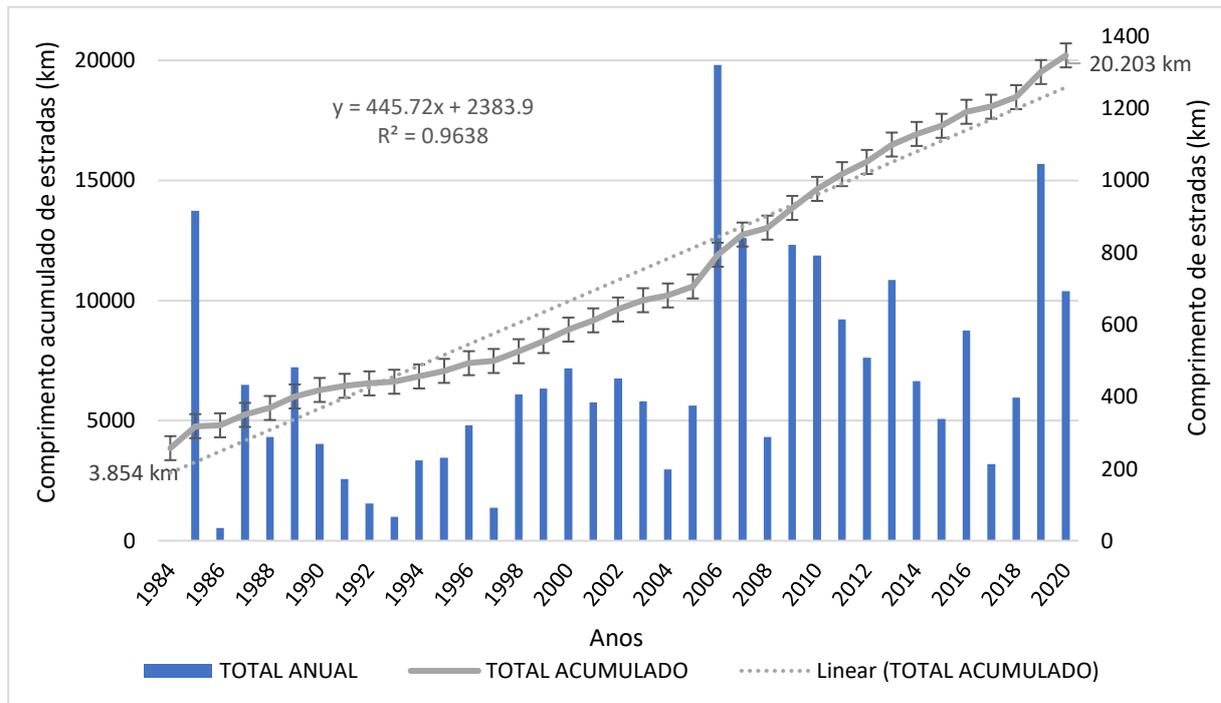
FIGURA 11. Expansão das estradas acreanas (1985-2020).



Fonte: autor (2022).

A expansão das estradas no Acre apresenta crescimento linear positivo (FIGURA 12), a uma taxa de $4,9\% \text{ ano}^{-1}$. Dentre os anos analisados, o período de 1985 e 2006 apresentaram maior crescimento, $23,7\%$ e $12,4\% \text{ ano}^{-1}$ respectivamente, acima do valor médio. O percentual de quilômetros de estradas criadas no período corresponde a $\sim 81\%$ do total acumulado até 2020. Este percentual é ainda maior (93%), considerando somente o número de trechos criados.

FIGURA 12. Total acumulado de estradas no Acre, de 1985 a 2020.



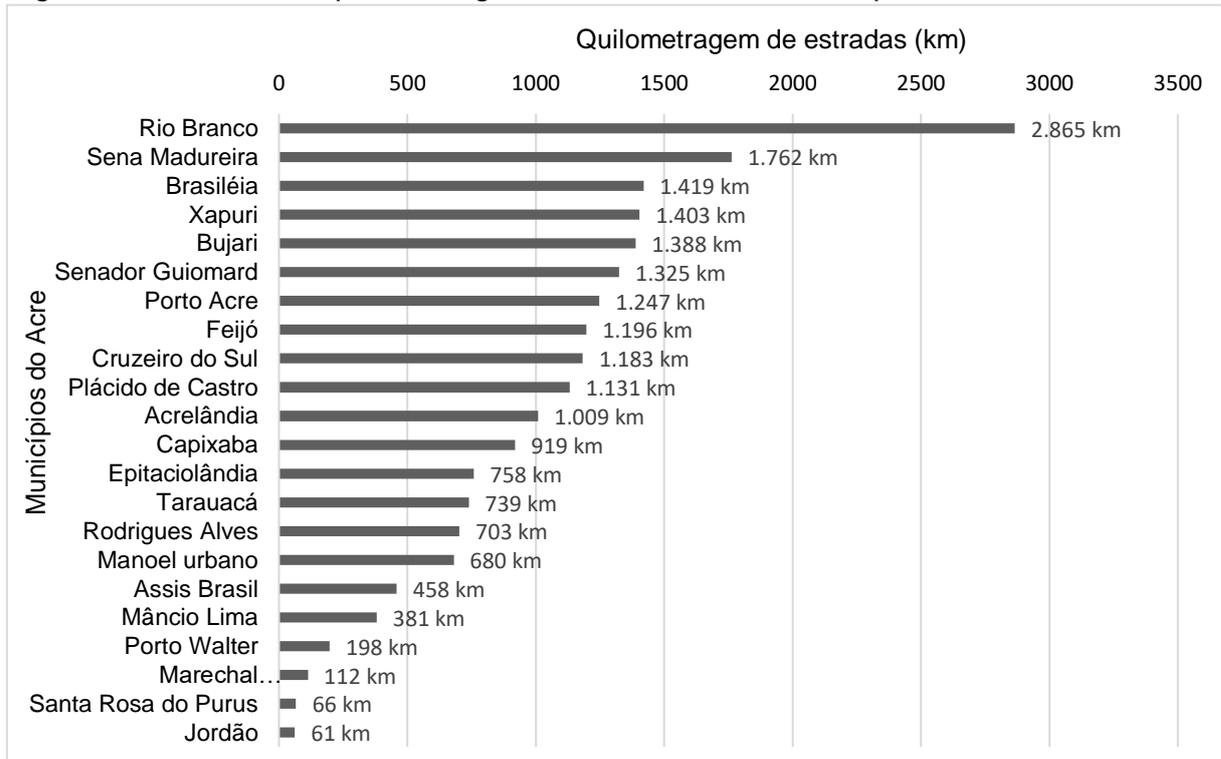
Fonte: autor (2023).

5.2 Estradas nos municípios acreanos

Com relação as estradas nos municípios do Acre até 2020, tanto número de trechos quanto no comprimento das estradas, o município de Rio Branco é o que possui maior comprimento de estradas e número de trechos, tendo 927 trechos e 2.865 km (representando 13% e 14% respectivamente). Os cinco municípios com maior número de trechos de estradas são, respectivamente, os municípios de Rio Branco, Cruzeiro do Sul, Sena Madureira, Brasiléia, Bujari (representando 40% do total). Já quanto aos comprimentos de estradas os mais representativos são Rio Branco, Sena Madureira, Brasiléia, Xapuri e Bujari (representando 42% do total), todos localizados na região leste do estado. Já os quatro últimos no ranking com a menor quantidade de estradas são municípios isolados do Acre, com acesso principalmente por hidrovias (FIGURA 13, TABELA 4).

Estabelecendo um limite crítico das estradas acumuladas por municípios como 2x a distância terrestre pela BR-364 entre Cruzeiro do Sul e Rio Branco, cerca de ~1.200 km, identificam-se sete municípios ultrapassando este limite. Assim, o município de Rio Branco tem mais do que o dobro desse valor crítico, ou seja, 4x a distância entre Cruzeiro do Sul e Rio Branco.

Figura 13. Número de quilometragem de estradas nos municípios acreanos, até 2020.



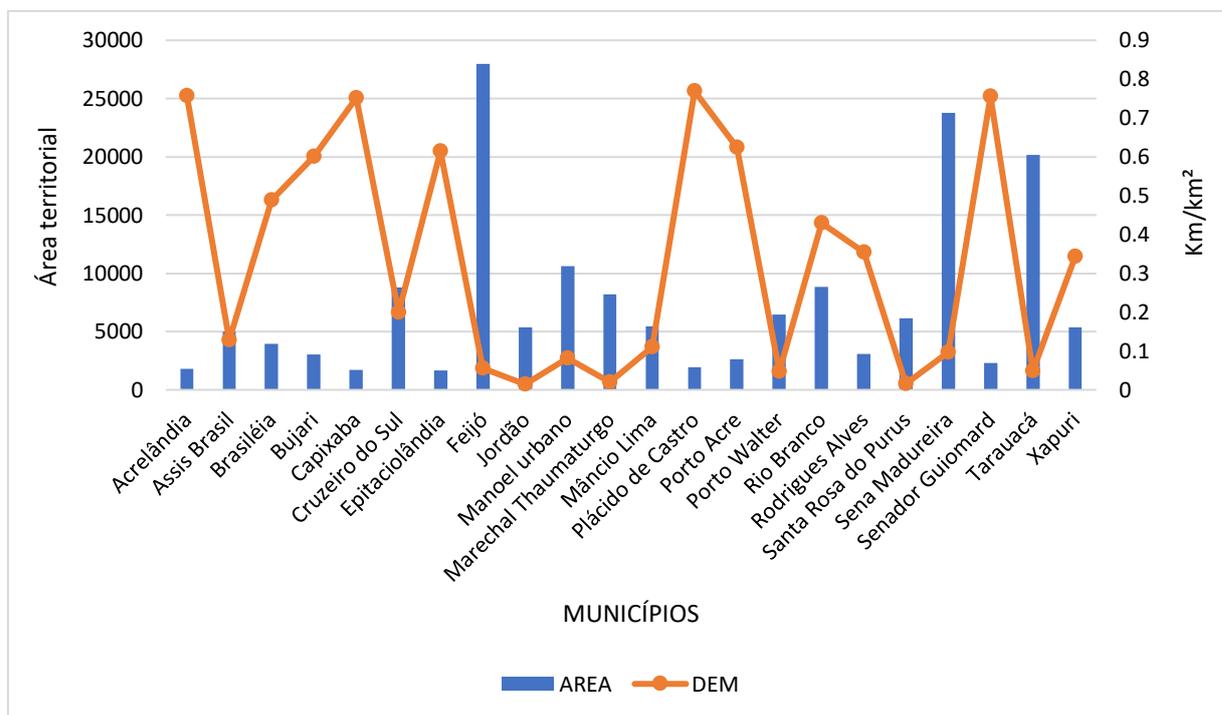
Fonte: autor (2022).

TABELA 4. Ranqueamento das estradas acreanas a partir do comprimento acumulado nos municípios até 2020.

RANKING	MUNICÍPIOS	KM
1°	Rio Branco	2.865
2°	Sena Madureira	1.762
3°	Brasiléia	1.419
4°	Xapuri	1.403
5°	Bujari	1.388
6°	Senador Guimard	1.325
7°	Porto Acre	1.247
8°	Feijó	1.196
9°	Cruzeiro do Sul	1.183
10°	Plácido de Castro	1.131
11°	Acrelândia	1.009
12°	Capixaba	919
13°	Eitaciolândia	758
14°	Tarauacá	739
15°	Rodrigues Alves	703
16°	Manoel Urbano	680
17°	Assis Brasil	458
18°	Mâncio Lima	381
19°	Porto Walter	198

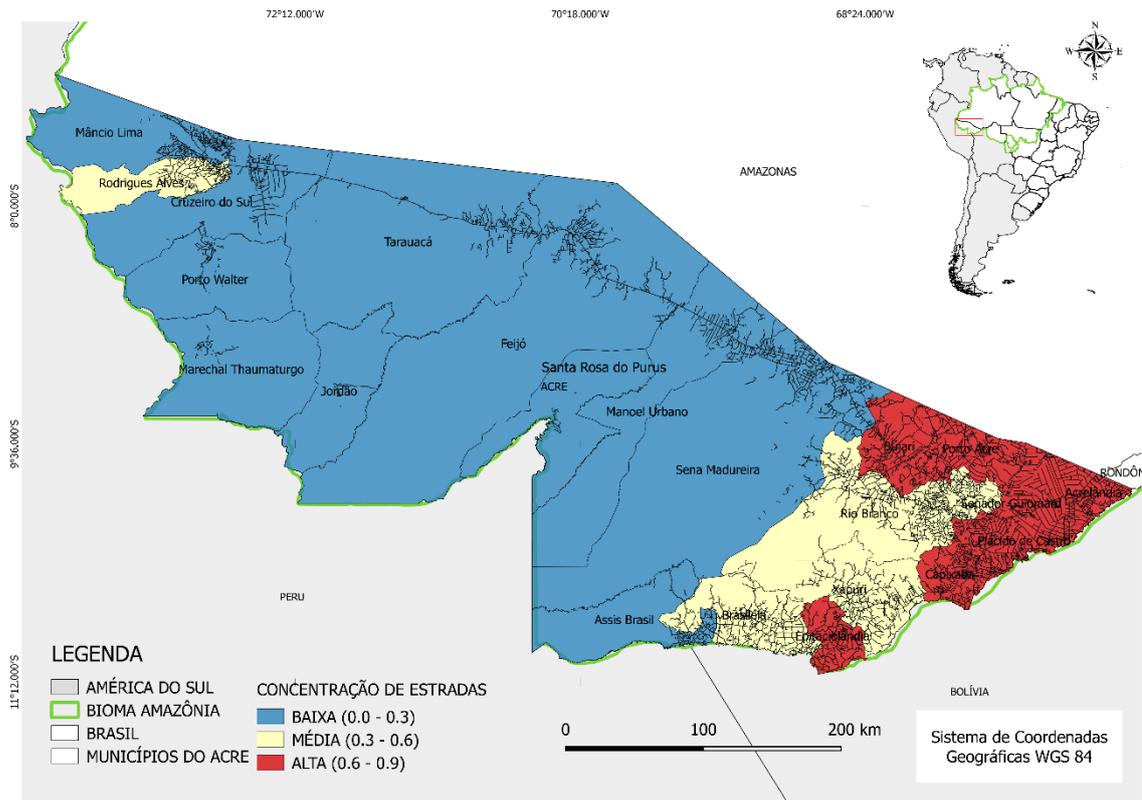
A Densidade de Estradas por Município (DEM), mostra que os maiores municípios territoriais não são os que possuem grandes quantidades de estradas. Efetivamente temos alguns municípios com pouca extensão territorial (<5.000 km²), tendo altas concentrações de estradas (>0.5 km.km²), especificamente nos municípios de: Acrelândia, Brasiléia, Bujari, Capixaba, Epitaciolândia, Plácido de Castro, Porto Acre e Senador Guimard. Ao categorizar os municípios por essa densidade de estradas, obtém-se uma maior criticidade em sete municípios, e o município de Rio Branco fora da classe “Alta”. Considerando a DEM, Rodrigues Alves é o único município fora da região leste do estado que se destacou (FIGURA 15 e 16).

FIGURA 15. Densidade de estradas nos municípios do Acre.



Fonte: autor (2022).

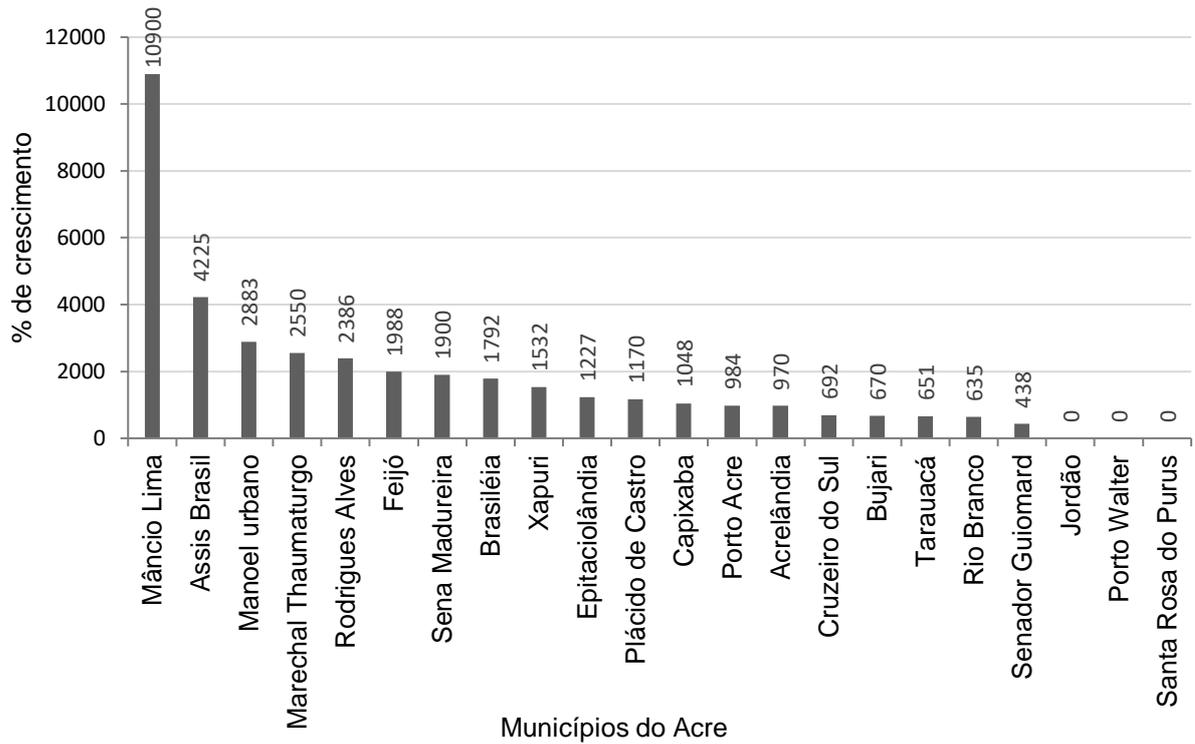
FIGURA 16. Categorização dos municípios acreanos a partir densidade de estradas.



Fonte: autor (2022).

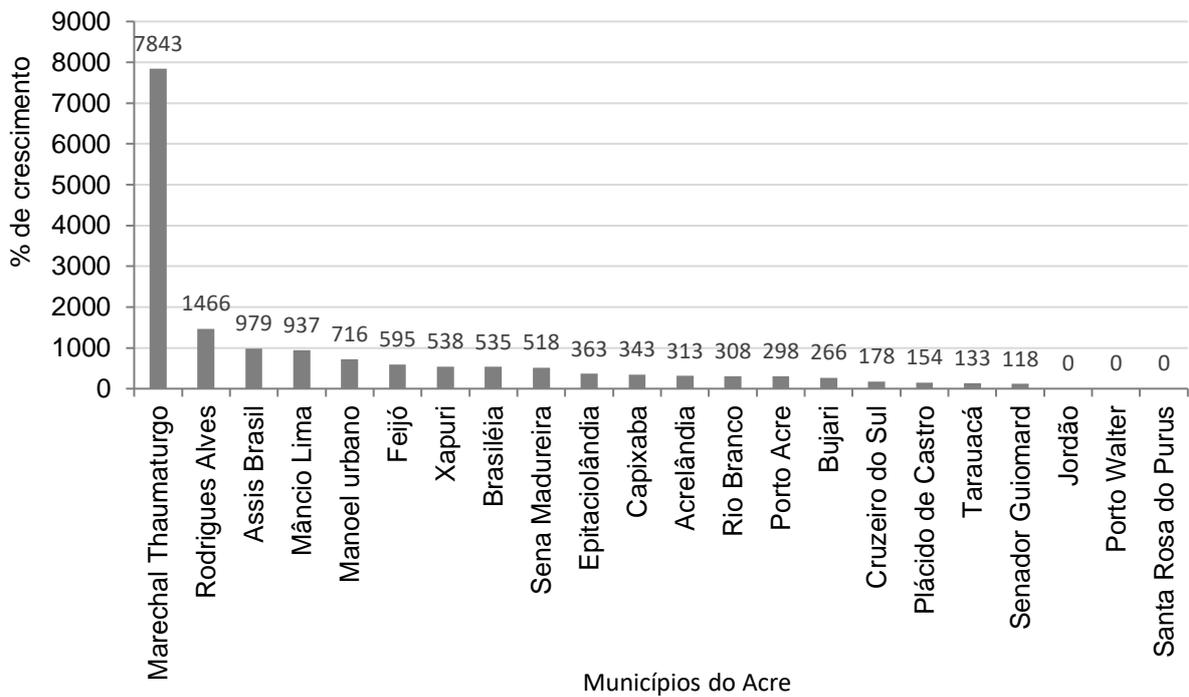
Sobre a expansão das estradas nos 22 municípios do Acre, nota-se uma diferença percentual considerável entre o acumulado em 1984 comparado ao total acrescido nos anos de 1985-2020, com um aumento acima de 400% nos trechos para todos os municípios. O recorde de crescimento percentual no período foi do município de Mâncio Lima com um aumento percentual de 10.900% na quantidade de trechos de estradas (Figura 17). Já o aumento do recorde percentual pelos comprimentos (km) foi o município de Marechal Thaumaturgo, com um total de 7.843% de estradas criadas no período (Figura 18).

FIGURA 17. Percentual de trechos de estradas acrescidas entre 1985-2020 nos municípios acreanos, em comparação ao ano de 1984.



Fonte: autor (2022).

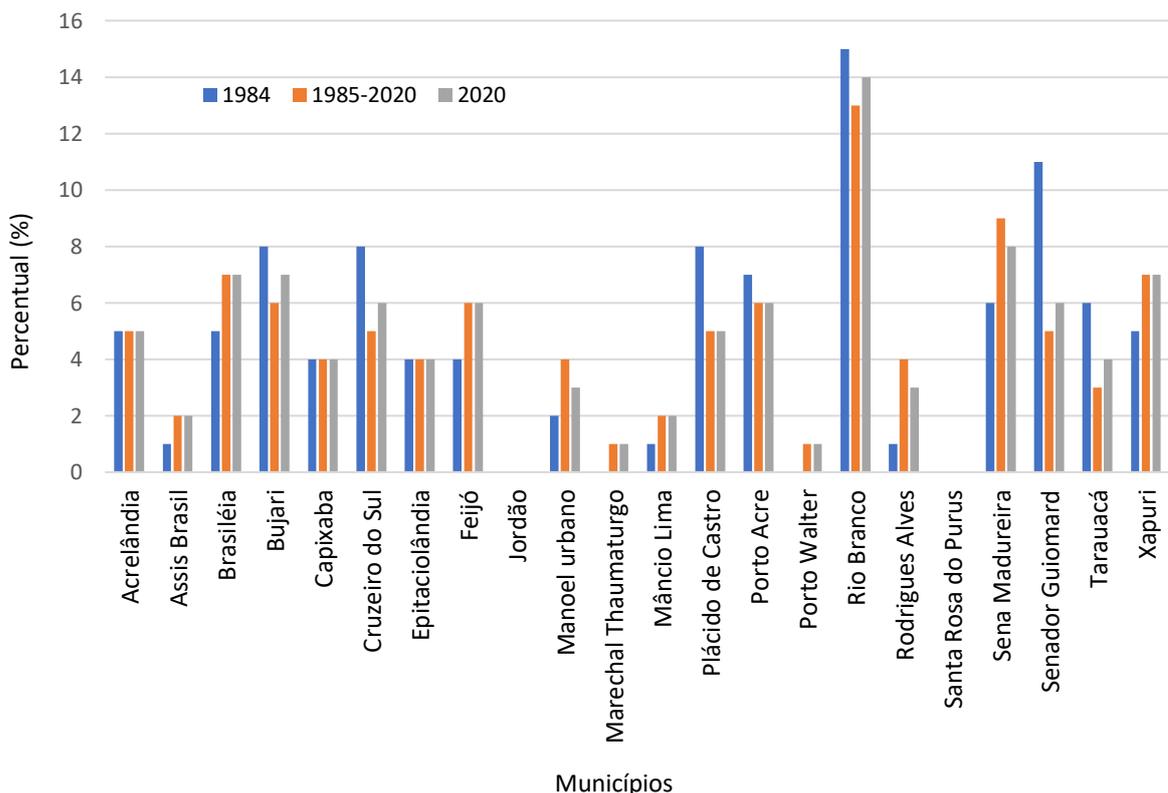
FIGURA 18. Percentual de quilômetros de estradas acrescidas entre 1985-2020 nos municípios acreanos, em comparação ao ano de 1984.



Fonte: autor (2022).

Em 1984, dentre os municípios, o mais representativo percentualmente no total de estradas foi o município de Rio Branco (15%), seguido por Senador Guimard (11%), Bujari (8%), Cruzeiro do Sul (8%) e Plácido de Castro (8%). Durante os 36 anos de expansão, tivemos o município de Rio Branco liderando o percentual de estradas (13%), seguido por Sena Madureira (9%), Brasiléia (7%) e Xapuri (7%). Chegando no acumulado em 2020, nota-se que o Município de Rio Branco continua sendo o de maior destaque (14%) das estradas, seguidos pelos municípios de Sena Madureira (8%), Brasileia (7%), Bujari (7%) e Xapuri (7%). É importante destacar que em 11 municípios (Porto Walter, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Manoel Urbano, Feijó, Epitaciolândia, Brasiléia, Assis Brasil, Xapuri, Sena Madureira e Rodrigues Alves) houve aumento percentual na participação das estradas, ou seja, nesses municípios possivelmente houve maior intensidade na abertura das estradas durante os 36 anos analisados (Figura 19). Com o avanço percentual de alguns municípios, outros sofreram uma regressão, sendo eles: Bujari, Cruzeiro do Sul, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco, Senador Guimard, e Tarauacá.

FIGURA 19. Divisão percentual das estradas acumuladas até 1984, entre 1985-2020, e até 2020, nos municípios do Acre.



Fonte: autor (2022).

Com relação à média dos comprimentos das estradas, houve uma redução em todos os municípios com relação ao acumulado de 1984, tendo a maioria ficado com médias na casa dos 2-3 km de estradas, com exceção do município de Jordão (04 km/média). Da mesma forma, houve decréscimo no valor do comprimento máximo em todos os municípios. Com relação ao desvio padrão, comparativamente, percebe-se que no acumulado do ano de 1984, as regionais possuíam desvios mais altos do que no acumulado dos 35 anos subsequentes, sendo essa discrepância perceptível quando observamos os desvios médios desses conjuntos de dados (TABELA 5).

TABELA 5. Quantidades médias, máximas e desvios das estradas em 1984 e do período de 1985-2020, nos municípios acreanos.

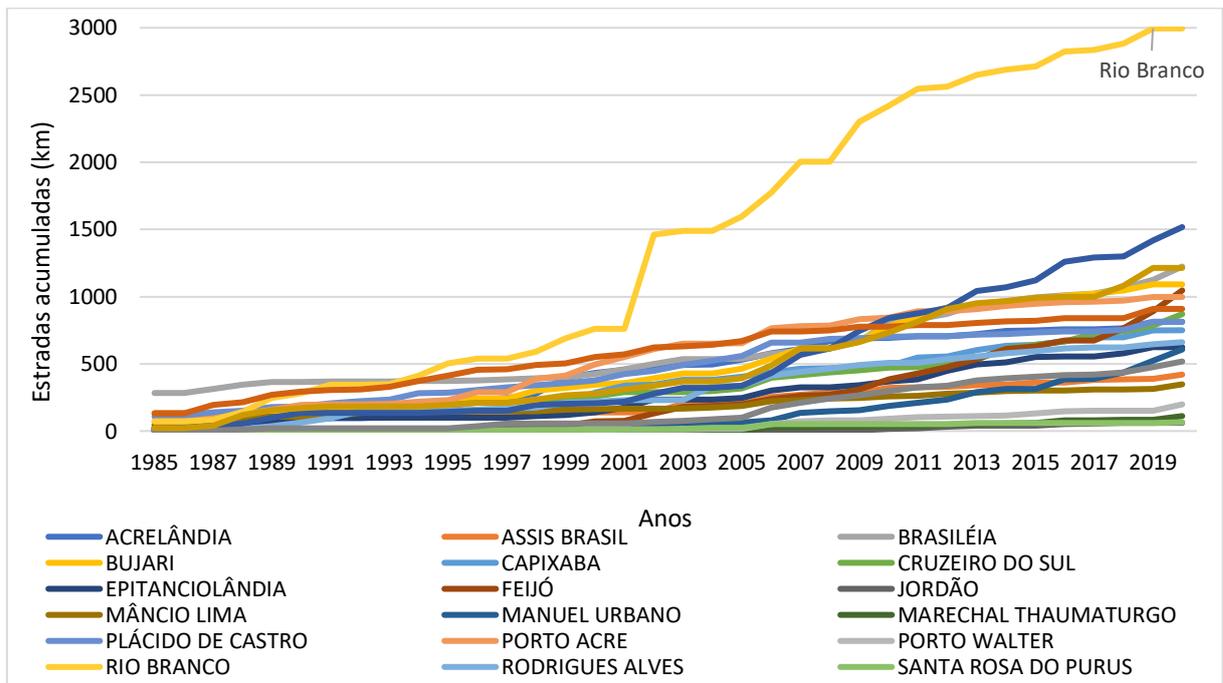
Municípios	Média (km)		Máximo (km)		Desvio padrão	
	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020
Acrelândia	6,3	2,3	27,1	14,9	6,4	2,2
Assis Brasil	9,7	2,1	23,7	13,8	9,6	2,1
Brasiléia	7,7	2,4	83,6	18,9	15,9	2,3
Bujari	5,9	2,6	58,5	16,7	8,8	2,2
Capixaba	5,8	2,2	61,3	17,1	10,8	1,7
Cruzeiro do Sul	4,9	1,6	80,4	22,4	11,3	2
Epitaciolândia	7,4	2,4	50,0	17,8	14,1	2,3
Feijó	8,8	2,8	74,6	33,0	17,9	2,9
Jordão	0	4,0	0	11,6	0	3,3
Manoel Urbano	12,3	3,0	27,1	17,3	9,4	2,6
Marechal Thaumaturgo	0,7	2,0	0,7	9,8	0	1,7
Mâncio Lima	16,7	1,5	21,3	14,2	4,6	1,6
Plácido de Castro	11,8	2,2	38,8	16,6	9,7	1,8
Porto Acre	7,8	2,7	34,9	23,9	8,7	2,5
Porto Walter	0	1,8	0	12,2	0	1,8
Rio Branco	5,0	2,6	74,6	20,5	8,7	2,5
Rodrigues Alves	2,8	1,7	19,6	13,5	4,7	1,6
Santa Rosa do Purus	0	1,9	0	9,7	0	1,8
Sena Madureira	9,8	2,8	109,6	23,1	21,4	2,5
Senador Guiomard	6,2	2,2	62,2	12,5	9,6	1,9
Tarauacá	8,2	2,5	96,0	15,8	20,8	2,3
Xapuri	7,6	2,9	57,5	28,6	11,1	2,9

Fonte: autor (2022).

Com relação ao comprimento total das estradas acumuladas anualmente, percebe-se que quase todos os municípios acreanos estão em amplo crescimento,

com exceção dos municípios de Jordão, Porto Walter, Santa Rosa do Purus e Marechal Thaumaturgo, que têm baixos crescimentos ao longo do tempo. De todos os municípios, o mais representativo é Rio Branco, com crescimento linear significativo (Figura 20).

FIGURA 20. Crescimento acumulado anual das estradas nos municípios acreanos no período de 1985-2020.



Fonte: autor (2022).

Observando a evolução anual das estradas nos municípios, percebe-se que o padrão de estabelecimento tem picos de aumentos e picos de decréscimos variados. Nota-se que no ano de 1985, houve um grande pico de estradas no município de Brasília (~284 km), sendo o terceiro maior da série histórica. Os dois maiores picos de estradas anuais ocorreram nos anos de 2002 e 2009 em Rio Branco, respectivamente 394 km e 701 km de estradas.

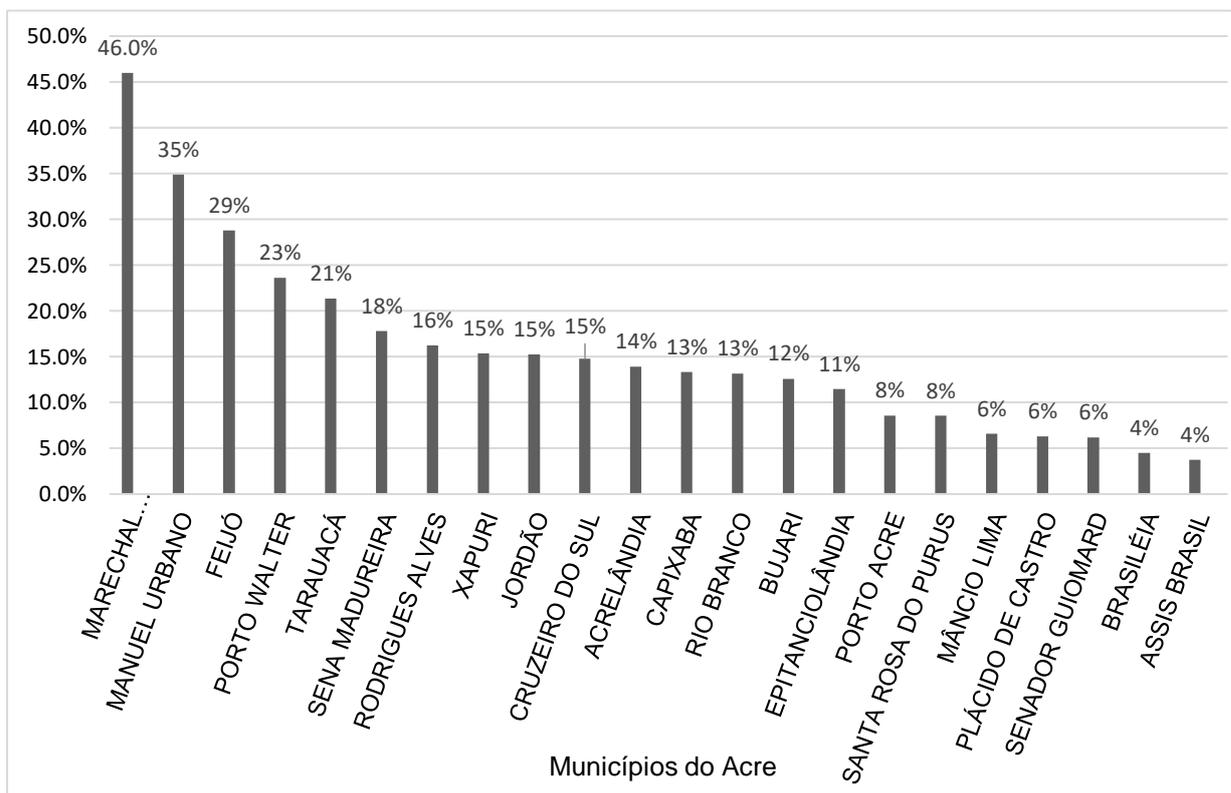
As quantidades de estradas anuais nos municípios estão normalmente contidas entre 0 e 100 km, com algumas exceções. Entretanto, analisando o período, percebe-se que após 2005 a quantidade dessas exceções aumentou significativamente de oito exceções antes de 2005, para 22 exceções após 2005. Os municípios de Rio Branco

e Sena Madureira foram os que mais ultrapassaram essa barreira, com respectivamente oito e seis anos acima do limite de 100 km.

Analisando as tendências de crescimento ao longo dos 36 anos, observa-se que em 10 municípios (Bujari, Cruzeiro do Sul, Epitaciolândia, Feijó, Manoel Urbano, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter, Sena Madureira, Tarauacá e Xapuri) existe uma tendência linear positiva de crescimento na quantidade estradas com o passar dos anos, sendo essa tendência melhor perceptível nos municípios de Feijó e Sena Madureira. Contraditoriamente, nos municípios de Plácido de Castro, Porto Acre e Senador Guiomard existe uma tendência de queda/redução no estabelecimento anual de estradas. Quanto aos demais municípios, suas tendências de crescimento ou redução foram estatisticamente não significativas em razão da amplitude de variação.

Sobre a média percentual de crescimento de estradas nos municípios, observamos que três destes se destacam, são eles: Marechal Thaumaturgo (46%), Manoel Urbano (35%) e Feijó (29%) (Figura 31). Esses municípios se destacam porque em algum momento de sua série histórica, houve um *outlier* tão significativo que aumentou suas médias percentuais de crescimento (Figura 21).

FIGURA 21. Percentual de crescimento (ano⁻¹) nos municípios acreanos entre 1985-2020.



Fonte: autor (2023).

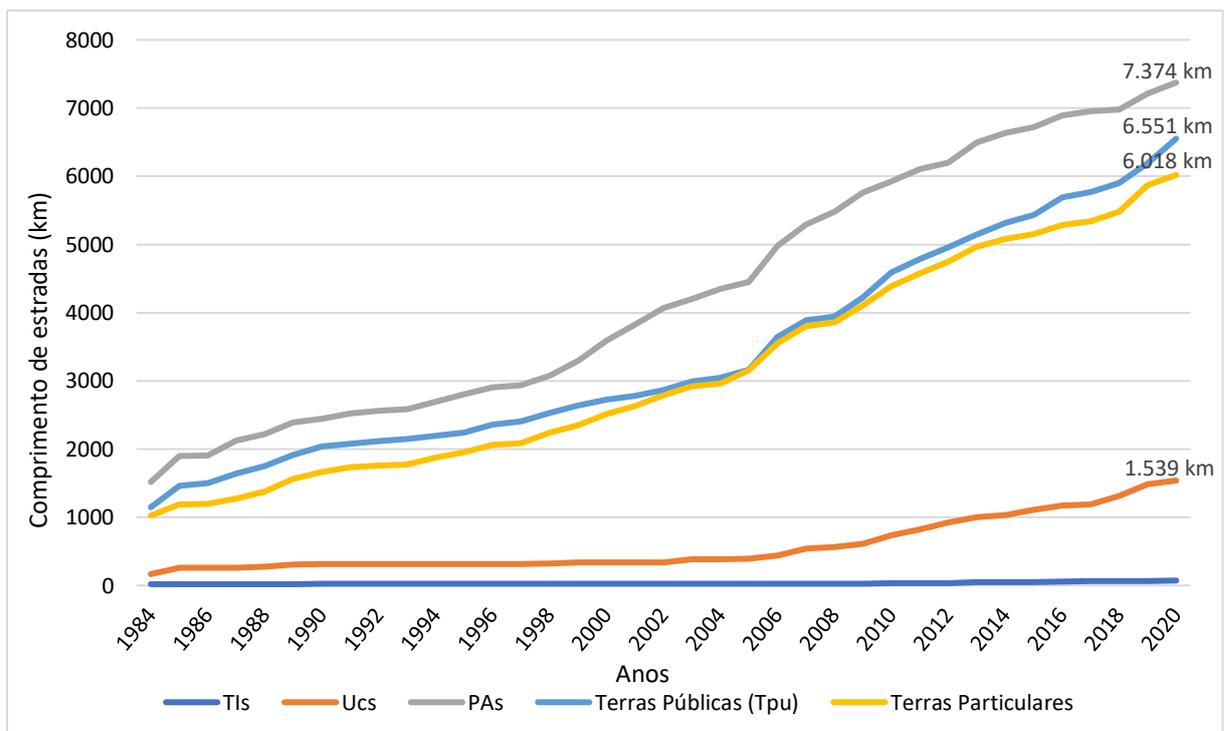
5.3 Estradas nas categorias fundiárias do Acre

5.3.1 Dados gerais das estradas nas categorias fundiárias

Dentre as estradas nas categorias fundiárias, temos uma evidente expansão ao longo dos anos nos Projetos de Assentamentos (PAs), nas Terras Públicas (TPu) e nas Terras Particulares (TPa), com aumentos próximos a ~400% nos 36 anos. Cerca de 1/3 das estradas estão nos Projetos de Assentamentos, liderando o acumulado em todos os anos. Os PAs possuem apenas 1/10 do território acreano (ZEE 2010), mas estão em posição de destaque na quantidade de vias criadas no período.

Contrariamente, as terras indígenas (TIs) são efetivamente as que possuem o menor comprimento de estradas, seguidas pelas Unidades de Conservação (UCs) (Figura 22). As estradas nas TIs e UCs somadas, representam <9% do total de estradas, sendo que seus territórios somados representam quase metade das terras do Acre (ZEE 2010).

FIGURA 22. Estradas acumuladas anuais nas diferentes categorias fundiárias do Acre.

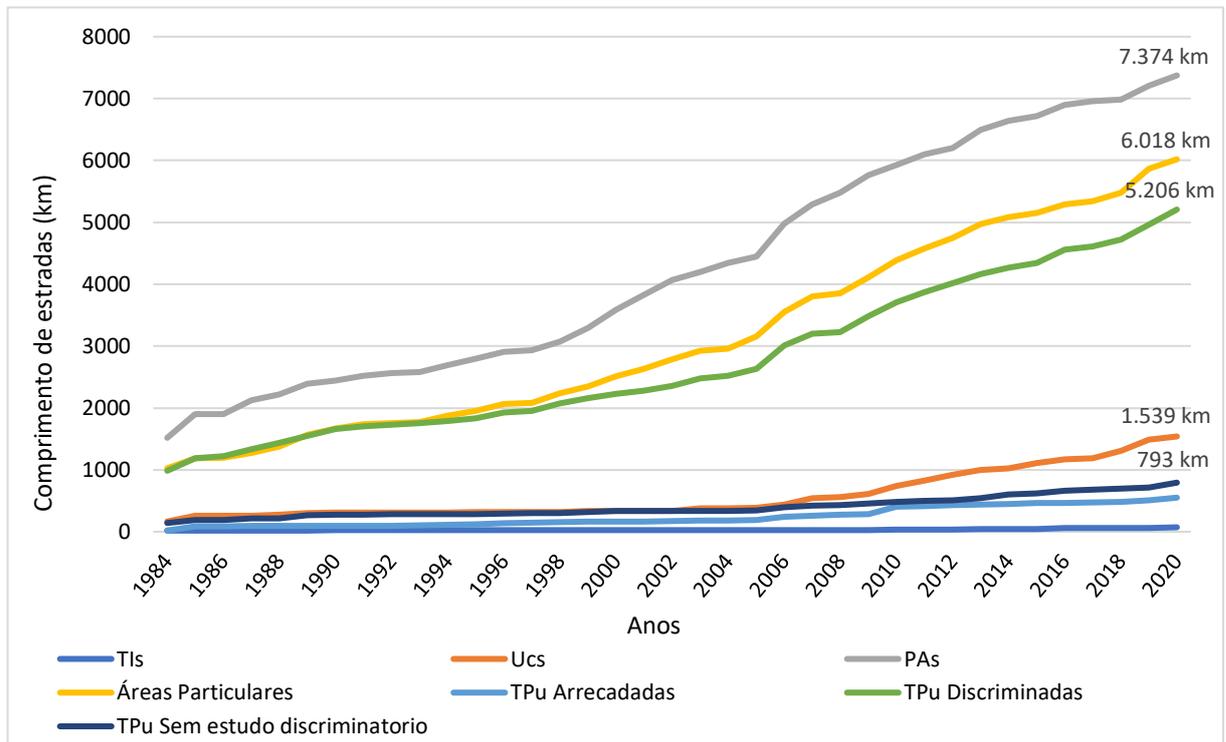


Fonte: autor (2023).

Considerando as diferenças nos valores até 2020, temos basicamente 2 grupos. O primeiro grupo não ultrapassa 2 mil km de estradas totais, sendo o caso das TIs, TPU Arrecadas, TPU sem estudo discriminatório e UCs. Já o segundo grupo

tem valores acima de 05 mil km, que é o caso dos PAs, das Áreas Particulares e das TPU Discriminadas (Figura 23).

Figura 23. Diferenças entre os grupos das categorias fundiárias na expansão de estradas acreanas.

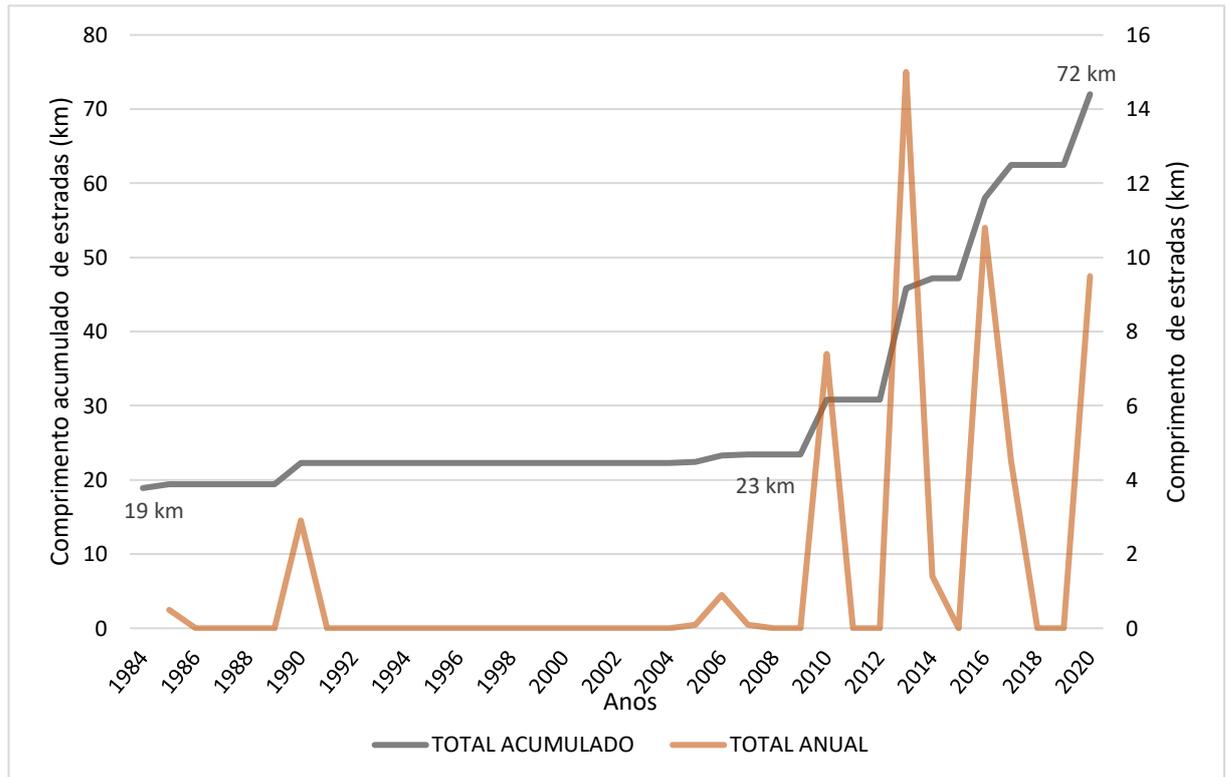


Fonte: autor (2023).

5.3.2 Estradas em Terras Indígenas do Acre

As terras indígenas possuem um total de 76,6 km de estradas (<1% do acumulado acreano) até 2020, com 41 trechos. Nem todas as terras indígenas acreanas possuem estradas, estando presentes em apenas nove (09) destas (TABELAS 07 e 08). Até o ano de 2009, não houve expansão de estradas nas TIs, onde a partir deste ano, houve um processo de abertura de estradas em tendência crescente linear, partindo de 23 km em 2009 e chegando a 72 km em 2020, crescimento de ~200% em 11 anos. Os anos mais significativos de estradas foram os anos de 2013, 2010, 2016, e 2020. Observa-se que após o ano de 2009 temos um padrão de picos e quedas a cada 2 anos (FIGURA 24).

FIGURA 24. Total acumulado e anual das estradas nas terras indígenas, de 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

Considerando o comprimento e os trechos de estradas até 2020, as terras indígenas mais significativas são a Campinas/Katukina com 25,6 km de estradas e 14 trechos (cortada ao meio pela BR-364,) (FIGURA 25), Katukina/Kaxinawá com 21 km e 10 trechos, e Poyanawa com 14,5 km e 8 trechos (TABELA 07).

TABELA 6. Tabela dos comprimentos (km) acumulados, trechos acumulados e percentual das estradas nas Terras Indígenas do Acre.

TIs	Comprimento Total	Trecho Total	Percentual Relacionado ao Acre
Campinas/Katukina	25,6	14	0,1%
Katukina/Kaxinawá	21	10	0,1%
Poyanawa	14,5	8	0,1%
Jaminaua do Rio Caeté	5,3	2	<0,1%
Igarapé do Caucho	4,4	2	<0,1%
Mamoade	2,9	2	<0,1%
Alto Rio Purus	2,1	1	<0,1%
Kaxinawá Colônia Vinte e Sete	0,4	1	<0,1%
Kaxinawá seringal Independência	0,4	1	<0,1%

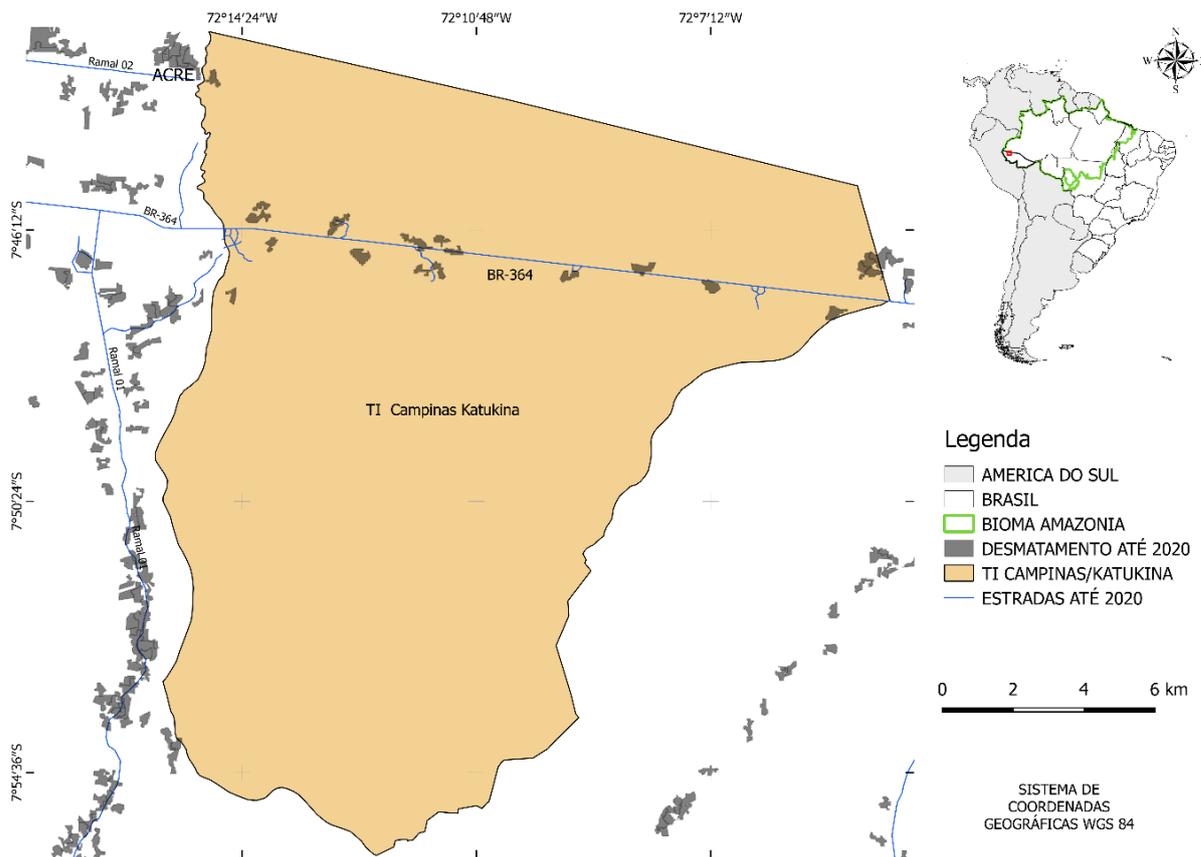
Fonte: autor (2022).

TABELA 7. Tabela dos comprimentos (km), número de trechos, médias (km), quilometragem máxima e desvios padrão das estradas nas terras indígenas, em 1984 e no período entre 1985-2020.

TI/Anos	Comprimento (km)		Número de Trechos		Média (km)		Km Máxima		Desvio padrão dos comprimentos	
	1984	1985-2020	1984	1985 - 2020	1984	1985-2020	1984	1985 - 2020	1984	1985-2020
Campinas Katukina	18,9	6,7	1	13	18,9	0,5	18,9	1	0	0,2
Poyanawa	0	14,5	0	8	0	1,8	0	5,5	0	1,7
Igarapé do Caucho	0	4,4	0	2	0	2,2	0	3	0	0,8
Katukina Kaxinawá	0	21	0	10	0	2,1	0	7,6	0	2,1
Mamoade	0	2,9	0	2	0	1,4	0	1,7	0	0,2
Jaminaua do Rio Caeté	0	5,3	0	2	0	2,6	0	3	0	0,3
Kaxinawá seringal Independência	0	0,4	0	1	0	0,4	0	0,4	0	0
Kaxinawá Colônia Vinte e Sete	0	0,4	0	1	0	0,4	0	0,4	0	0
Alto Rio Purus	0	2,1	0	1	0	2,1	0	2,1	0	0
TOTAL	18,9	57,7	1	40	18,9	1,4	18,9	7,6	0	1,5
TOTAL EM 2020	41		76,6		1,8		18,9		3,0	

Fonte: autor (2022).

FIGURA 25. Mapa da TI Campinas/Katukina, a que possui o maior comprimento de estradas dentre as TIs.

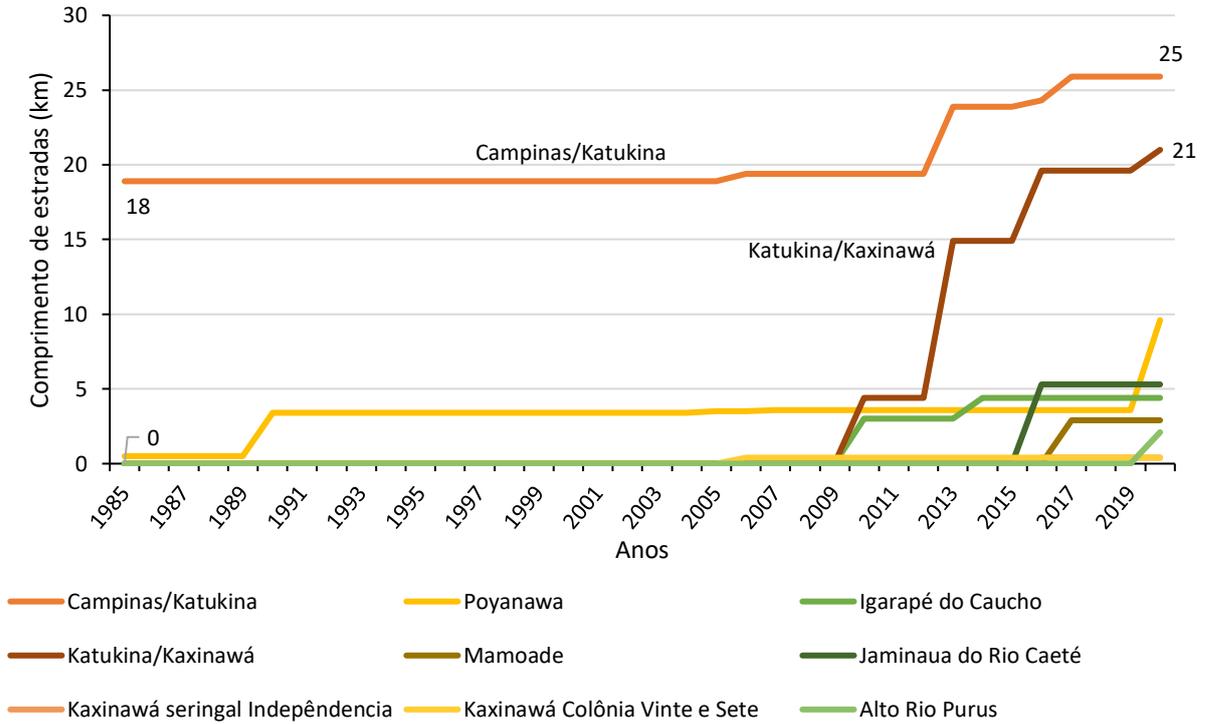


Fonte: autor (2022).

Quanto as estradas das TI acumuladas em 1984, somente a TI Campinas/Katukina possuía estradas, com apenas 18,9 km de estradas. Já no decorrer dos 36 anos houve o aparecimento de estradas em diversas TIs, e principalmente na TI Katukina/Kaxinawá (21 km e 10 trechos) e TI Poyanawa (14,5 km e 8 trechos) (Figura 26).

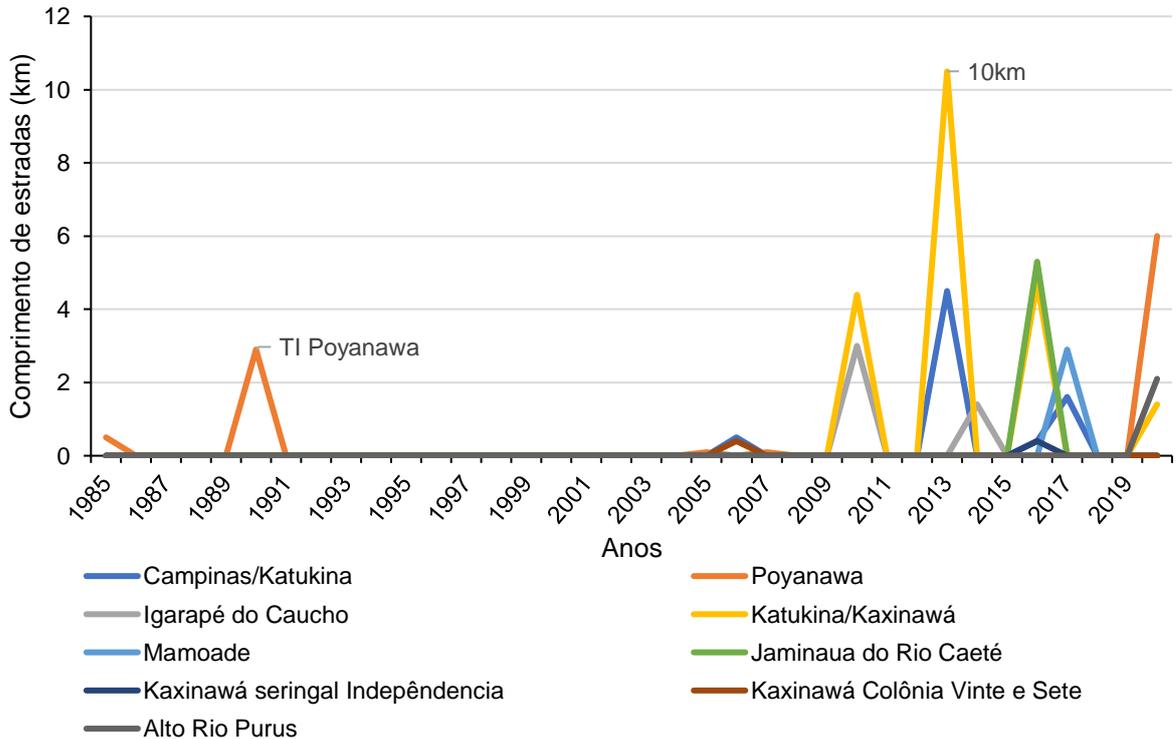
Observando a expansão das estradas ano a ano nas TI acreanas, percebe-se que grande parte dos picos em diversas TI são recentes, logo após o ano de 2008. O maior pico de comprimento de estradas nas Terras Indígenas ocorreu na TI Katukina/Kaxinawá, com 10,5 km de estradas acrescentadas em 2013, tendo o segundo maior pico no ano de 2020, ano da pandemia de COVID-19, na TI Poyanawa com 06 km acrescentados (FIGURA 27).

FIGURA 26. Comprimento acumulado das estradas nas Terras Indígenas acreanas até o ano de 2020.



Fonte: autor (2022).

FIGURA 27. Comprimento das estradas nas Terras Indígenas acreanas no período de 1985-2020.

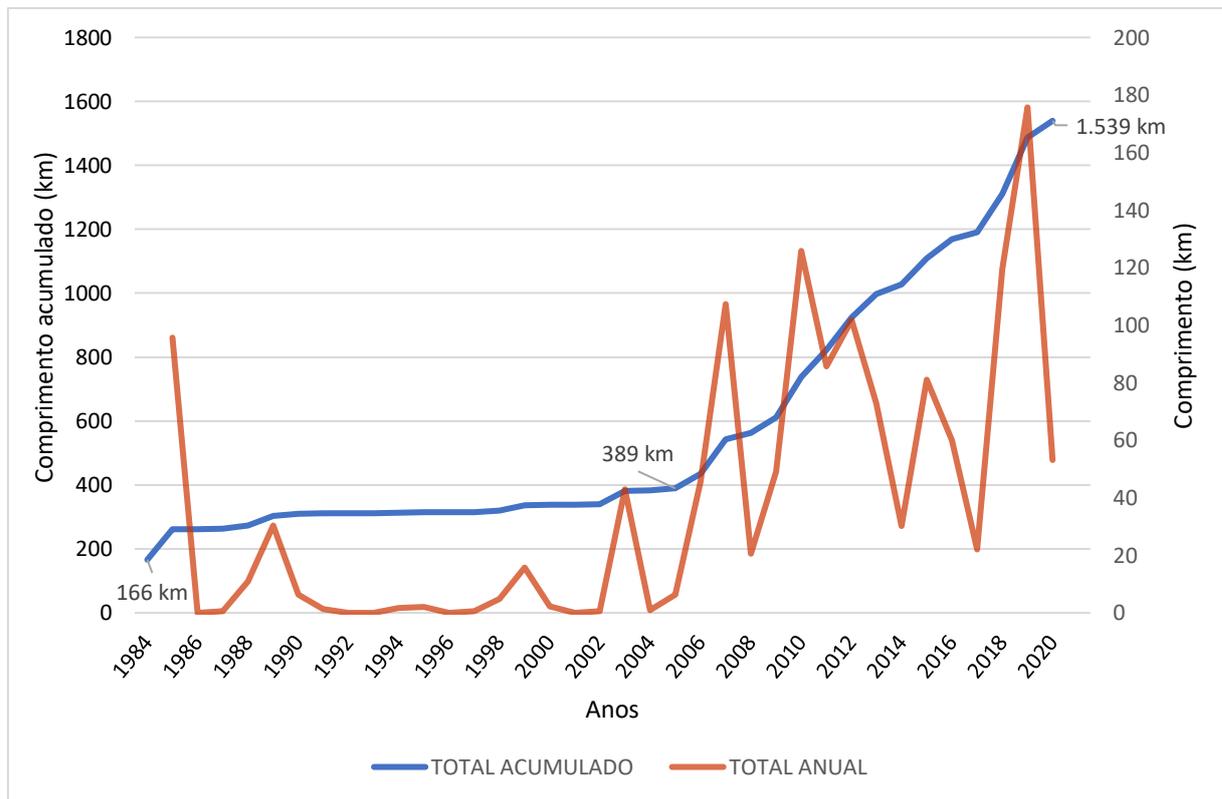


Fonte: autor (2022).

5.3.3 Estradas nas Unidades de Conservação do Acre

As Unidades de Conservação do Acre possuem um total de 564 trechos e 1.545 km de estradas até o ano de 2020 (7,6% do acumulado acreano). Nem todas as unidades de conservação possuem estradas, estando presentes em apenas 15 destas (TABELAS 09 e 10). Sobre as estradas acumuladas há um crescimento ao longo do tempo, mas que se acentuou em uma tendência linear a partir do ano de 2005, partindo de 389 km para 1.539 km em 2020, um aumento de ~300% em 15 anos. Os anos mais significativos foram os anos de 2019, 2010, 2018 e 2007 (FIGURA 28).

FIGURA 28. Total acumulado e anual de estradas nas Unidades de Conservação, de 1984-2020.



Fonte: autor (2022).

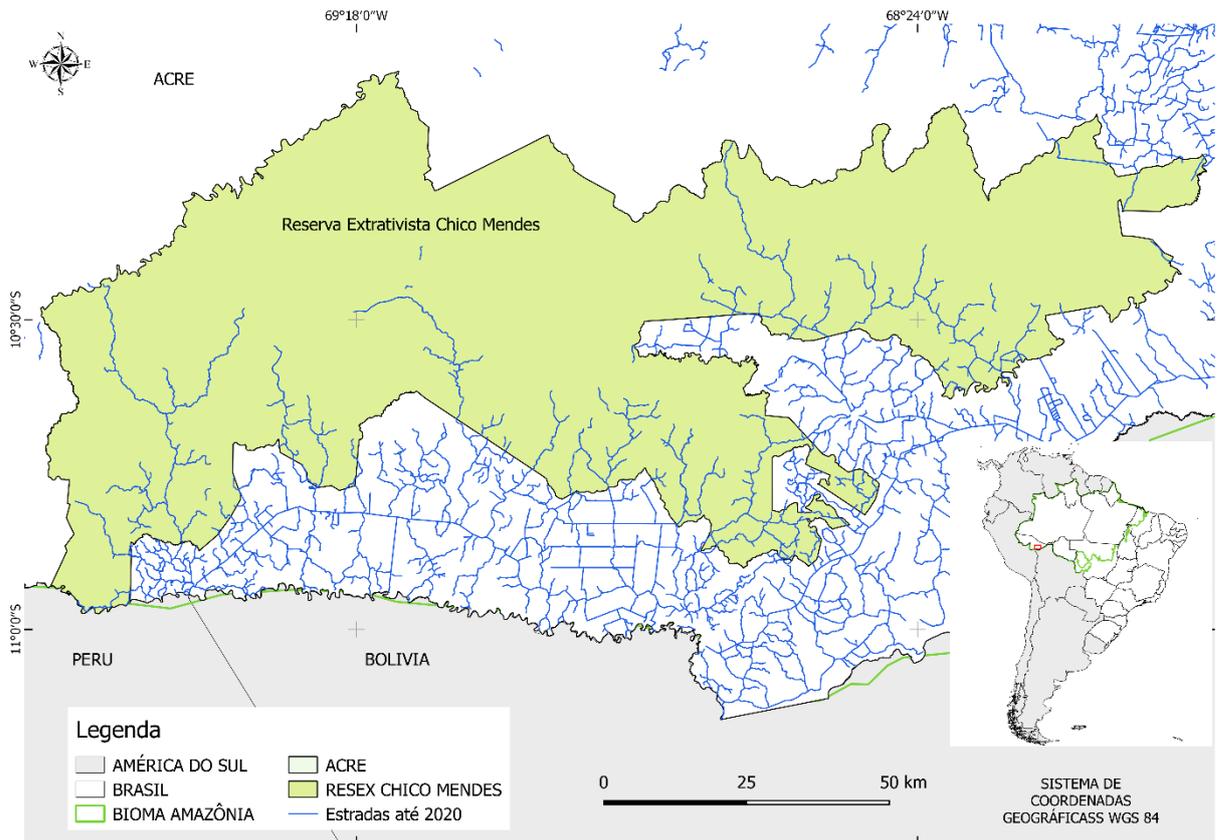
Considerando o comprimento e os trechos de estradas até 2020, as áreas mais significativas são as UCs: Resex Chico Mendes com 987 km de estradas e 286 trechos, APA São Francisco com 180 km de estradas e 79 trechos e Floresta Estadual do Antimary com 80 km de estradas e 37 trechos. A Resex Chico Mendes é o grande expoente das estradas nas UCs do Acre, correspondendo a 5% do total para todo estado, e tendo comparativamente 1,5 vezes a distância terrestre entre as cidades de Cruzeiro do Sul a Rio Branco (TABELA 09 e Figura 29).

TABELA 8. Tabela dos comprimentos (km) e trechos das estradas nas Unidades de Conservação do Acre até o ano de 2020.

TI/Anos	Comprimento (km)	Trechos	Percentual Relacionado ao Acre
Reserva Extrativista Chico Mendes	987,48	286	4.8%
APA São Francisco	180,29	79	0.8%
Floresta Estadual do Antimary	80,87	37	<0.1%
Reserva Extrativista Cazumbá - Iracema	74,05	31	<0.1%
APA Amapa	52,96	35	<0.1%
Reserva Extrativista do Alto Juruá	42,71	30	<0.1%
Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade	33,9	16	<0.1%
Floresta Estadual do Mogno	27,74	13	<0.1%
Floresta Estadual do Rio Liberdade	25,05	6	<0.1%
Floresta Estadual do Rio Gregório	20,79	17	<0.1%
APA Seringal Nova Esperança	8,54	4	<0.1%
Arie Seringal Nova Esperança	8,54	4	<0.1%
APA Irineu Serra	3,99	3	<0.1%
Parque Nacional da Serra do Divisor	0,58	3	<0.1%
Floresta Nacional Santa Rosa do Purus	0.46	1	<0.1%

Fonte: autor (2022).

FIGURA 29. Mapa da Resex Chico Mendes, a que possui o maior comprimento de estradas dentre as UCs.



Fonte: autor (2022).

Quanto as estradas acumuladas em 1984, apenas sete UCs registraram estradas nos seus territórios, sendo o grande expoente a APA São Francisco com 71 km e 20 trechos. É interessante observar que na APA Irineu Serra teve-se apenas estradas registradas no acumulado de 1984, e nada foi registrado nos 36 anos subsequentes, mesmo estando tão próxima a área urbana. Entre os anos de 1985-2020 houve um intenso crescimento de estrada em diversas UCs e até mesmo onde não se tinha a presença delas anteriormente. A grande expoente entre 1984-2020 foi a Resex Chico Mendes, com 974 km e 285 trechos acrescidos, tendo nove vezes mais estradas que a APA São Francisco, a segunda maior no ranking (TABELA 10).

TABELA 9. Comprimentos (km) e número de trechos das estradas nas Unidades de Conservação do Acre até o ano de 2020.

UC/Anos	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020
APA Amapa	26	26,9	11	24	2,4	1,1	5,8	2,61	1,5	0,8

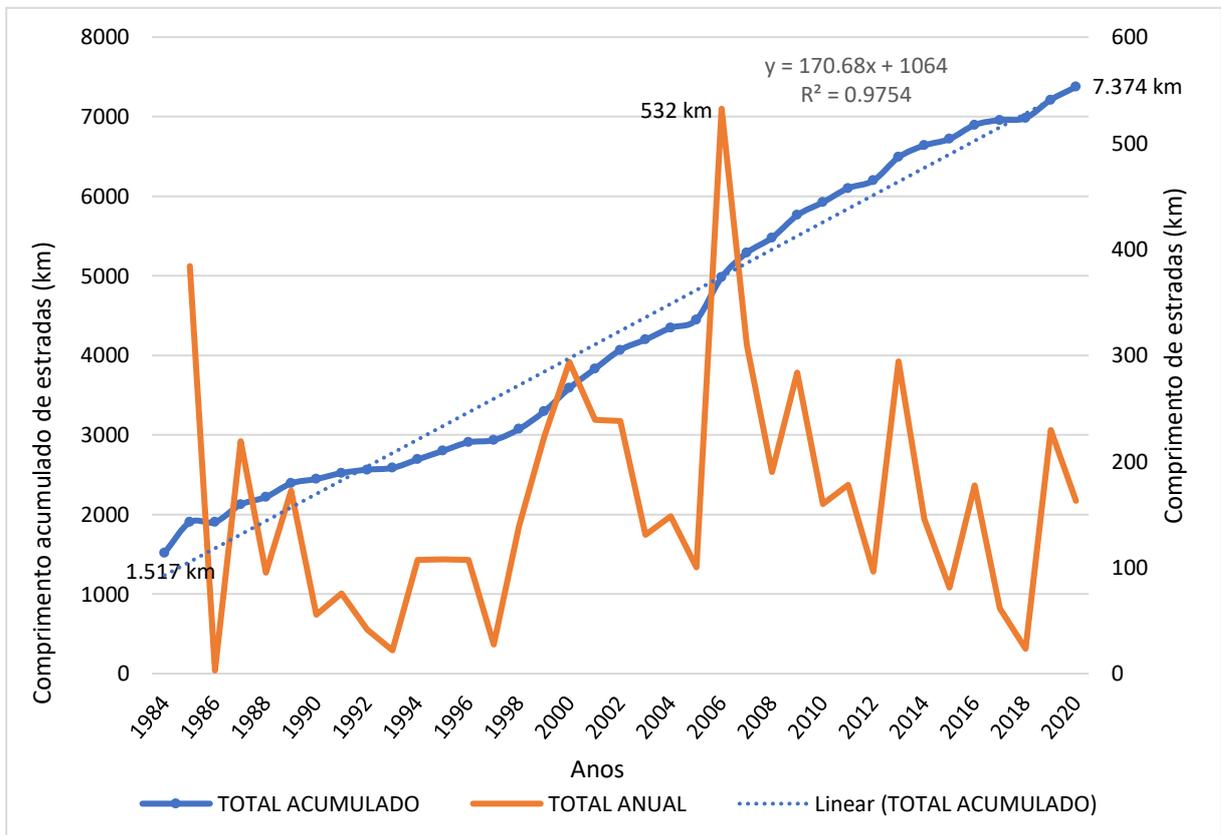
UC/Anos	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020	1984	1985-2020
APA Irineu Serra	3,9	0	3	0	1,3	0	3,4	0	1,5	0
APA Seringal Nova Esperança	0	8,5	0	4	0	2,1	0	3,7	0	1,1
APA São Francisco	71,3	108,9	20	59	3,5	1,8	22,4	6,8	5,6	1,6
Floresta Estadual do Antimary	0	80,9	0	37	0	2,2	0	9,2	0	2,4
Floresta Estadual do Mogno	19,8	7,9	1	12	19,8	0,6	19,8	1,7	0	0,4
Floresta Estadual do Rio Gregório	0	20,7	0	17	0	1,2	0	4,5	0	0,9
Floresta Estadual do Rio Liberdade	22,1	2,9	3	3	7,4	1	13,8	1,1	4,7	0,1
Floresta Nacional Santa Rosa do Purus	0	0,4	0	1	0	0,5	0	0,4	0	0
Parque Nacional da Serra do Divisor	0	0,5	0	3	0	0,2	0	0,4	0	0,1
Reserva Extrativista Cazumbá - Iracema	3	71,0	1	30	3	2,3	3	7,6	0	2
Reserva Extrativista do Alto Juruá	1,45	41,2	2	28	0,7	1,5	0,8	7,6	0,1	1,3
Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade	6	27,9	1	15	6	1,8	6	7,2	0	2
Reserva Extrativista Chico Mendes	12,5	974,9	1	285	12,5	3,4	12,5	30	0	3,9
Arie Seringal Nova Esperança	0	8,54	0	4	0	2,1	0	3,7	0	1,1

Fonte: autor (2022).

5.3.4 Estradas nos Projetos de Assentamento do Acre

Os projetos de Assentamentos acreanos possuem um total de 2.841 trechos e 7.395 km de estradas até o ano de 2020 (36,6% do acumulado). Nem todas os projetos de assentamentos possuem estradas, estando presentes em apenas 112 do total (APÊNDICE A). Sobre as estradas acumuladas há um crescimento linear em todo o período, partindo de 1.517 km (1984) para 7.374 km em 2020, um aumento de ~380% em 36 anos. Os anos mais significativos foram os anos de 2006, 1985, 2000 e 2013. Desde do maior pico em 2006, os valores anuais de estradas estão com tendência de queda (FIGURA 30).

FIGURA 30. Total acumulado e anual das estradas nos projetos de assentamento do Acre, de 1984-2020.

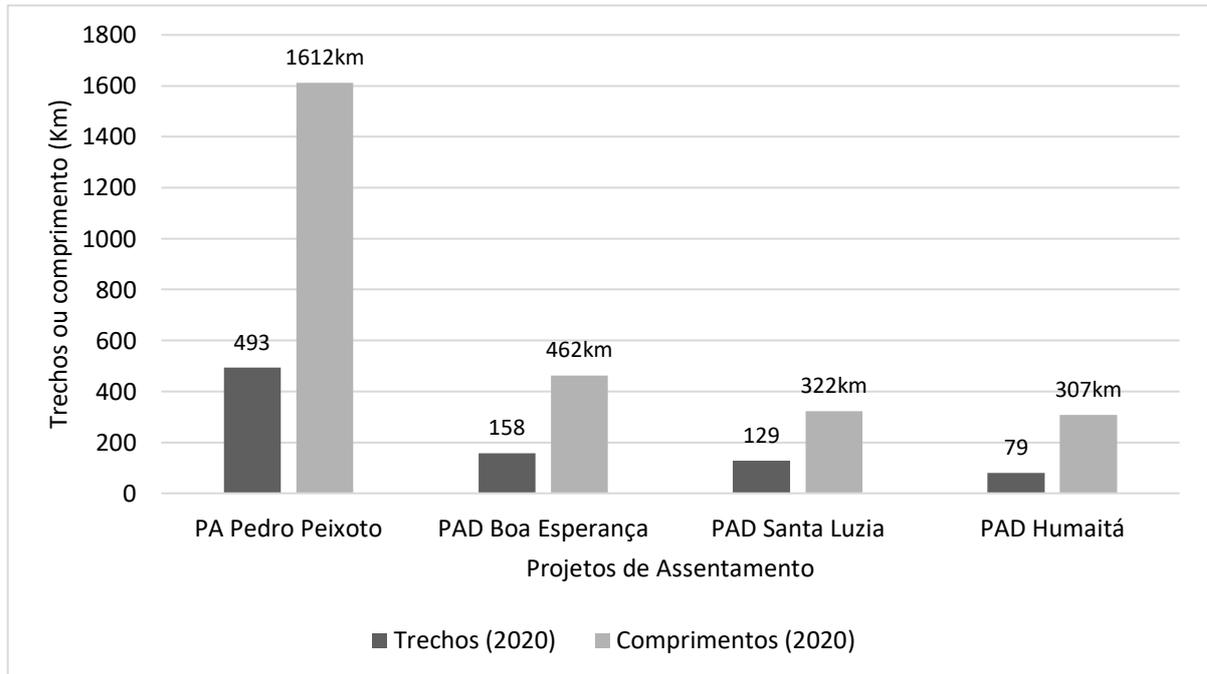


Fonte: autor (2023).

Considerando os comprimentos e trechos de estradas, temos quatro áreas que se destacam, sendo elas: PA Pedro Peixoto com 1.612 km e 493 trechos, PAD Boa Esperança com 462 km e 158 trechos, PAD Santa Luzia com 322 km e 129 trechos, PAD Humaitá com 307 km e 79 trechos (APÊNDICE A, Figura 31 e 32). O PA Pedro Peixoto é o grande expoente, tendo sozinho mais vias do que todas as Unidades de

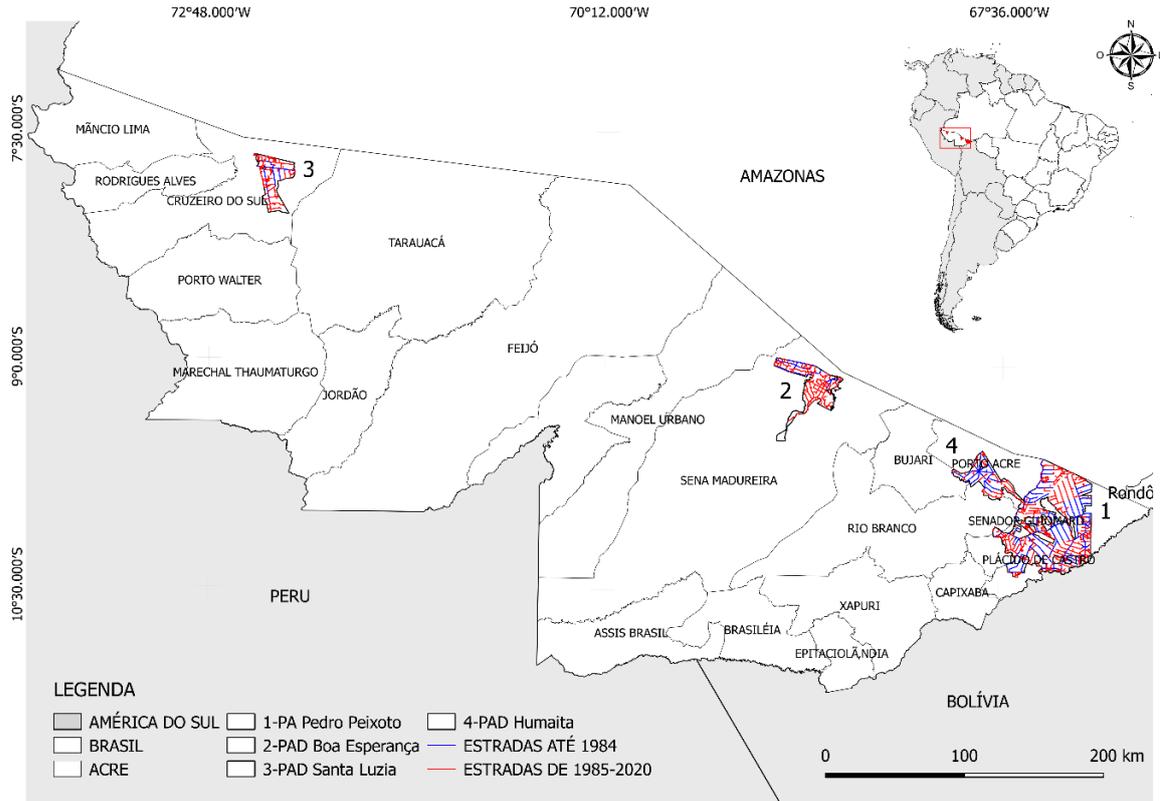
Conservação acreanas, e representa cerca de 8% do total geral de estradas. Esse Projeto de Assentamento é um dos maiores do Acre, estando localizado nos municípios de Acrelândia, Senador Guiomard e Plácido de Castro, fazendo fronteira nacional com o estado do Amazonas e internacional com a Bolívia (Figura 33).

FIGURA 31. Comprimentos e trechos das estradas nos Projetos de Assentamento que lideram o ranking das vias no estado.



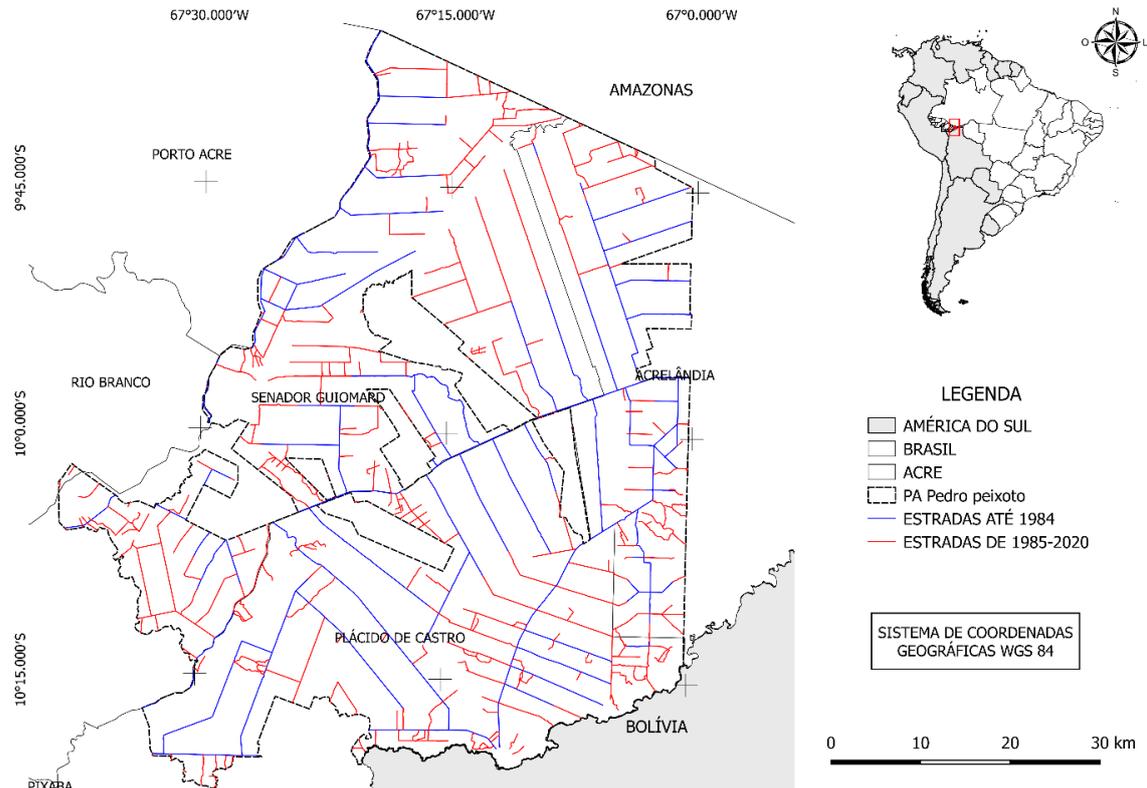
Fonte: autor (2023).

Figura 32. Mapa dos PAs que lideram o ranking de estradas no Acre.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 33. Mapa de estradas no Projeto de Assentamento Pedro Peixoto.

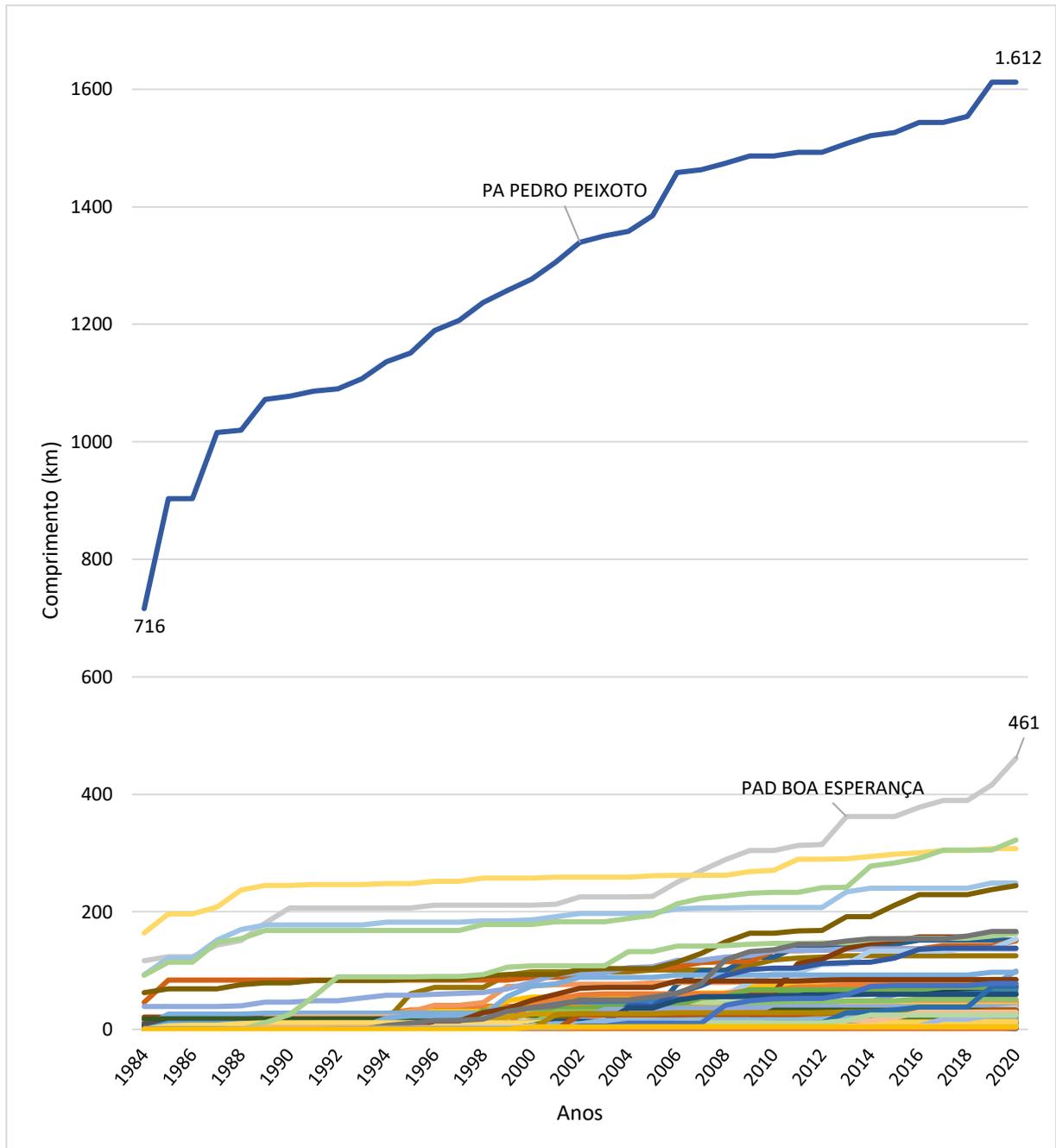


Fonte: autor (2023).

Quanto as estradas acumuladas até o ano de 1984, somente 45 PAs apresentaram vias, tendo o grande expoente destas o PA Pedro Peixoto, com 716 km e 77 trechos. É interessante observar que, neste ano, as estradas estavam presentes em menos da metade das áreas que estão presentes até 2020, tendo um intenso aparecimento de estradas em áreas que não as tinham anteriormente. Até este ano, as estradas do PA Pedro Peixoto representavam quase a metade do total de todas as vias nos PAs (47%) (APÊNDICE A).

Entre os anos de 1985-2020 houve um intenso aparecimento de estradas em diversos PAs, chegando em 2020 a estar presente em 112 áreas, representando um aumento de 148%. Nesses 36 anos analisados, o maior destaque foi novamente o PA Pedro Peixoto com um aumento de 896 km de estradas, cerca de 125% de aumento (APÊNDICE A). Há um crescimento considerável no PA Pedro Peixoto durante toda a série histórica, diferentemente do que aconteceu com a UC Chico Mendes que teve sua vertente de expansão após a virada do milênio, a partir de 2002. A curva de crescimento apresentada pelo PA Pedro Peixoto é similar a curva de crescimento do Acre e da UC Chico Mendes. Os demais Projetos de Assentamento não possuem curvas de crescimento significativas, tendo destaque apenas para o PAD Boa esperança, que chegou em 2020 com um total de estradas acumuladas de 461km, partindo de 116km em 1984 (FIGURA 34).

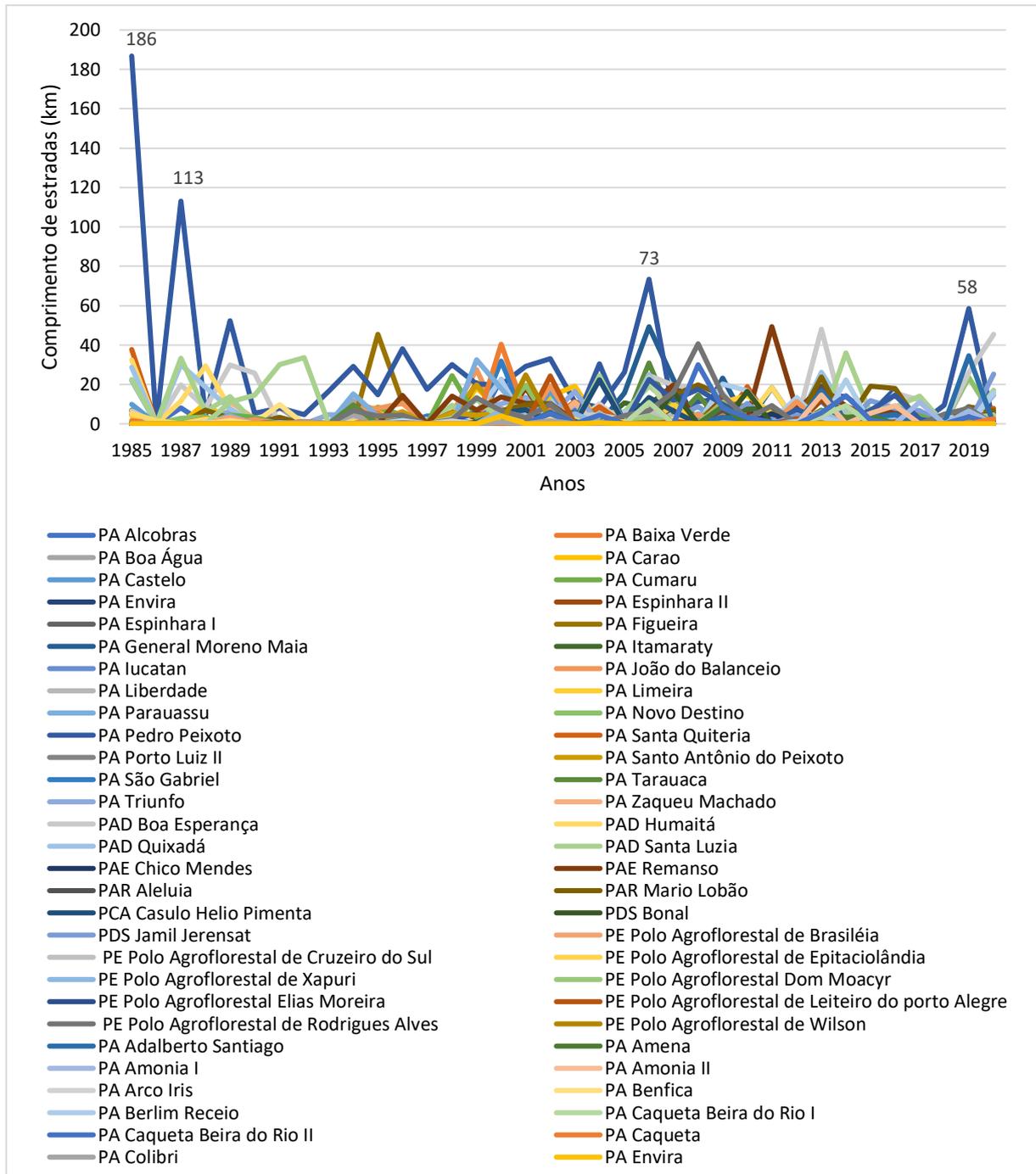
FIGURA 34. Comprimento acumulado das estradas nos PAs do Acre, de 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

Da mesma forma, observando a expansão das estradas pelo comprimento ano a ano, nota-se picos de subida e decida na série histórica para todas as áreas. Porém, o PA Pedro Peixoto se destacou sendo por 12 vezes a área que mais teve estradas anuais no período. Os anos de 1985, 1987, 1989, 2006 e 2019 foram os anos que tiveram os maiores picos de estradas, todos eles no PA Pedro Peixoto (FIGURA 35).

FIGURA 35. Comprimento anual das estradas nos PAs do Acre, de 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

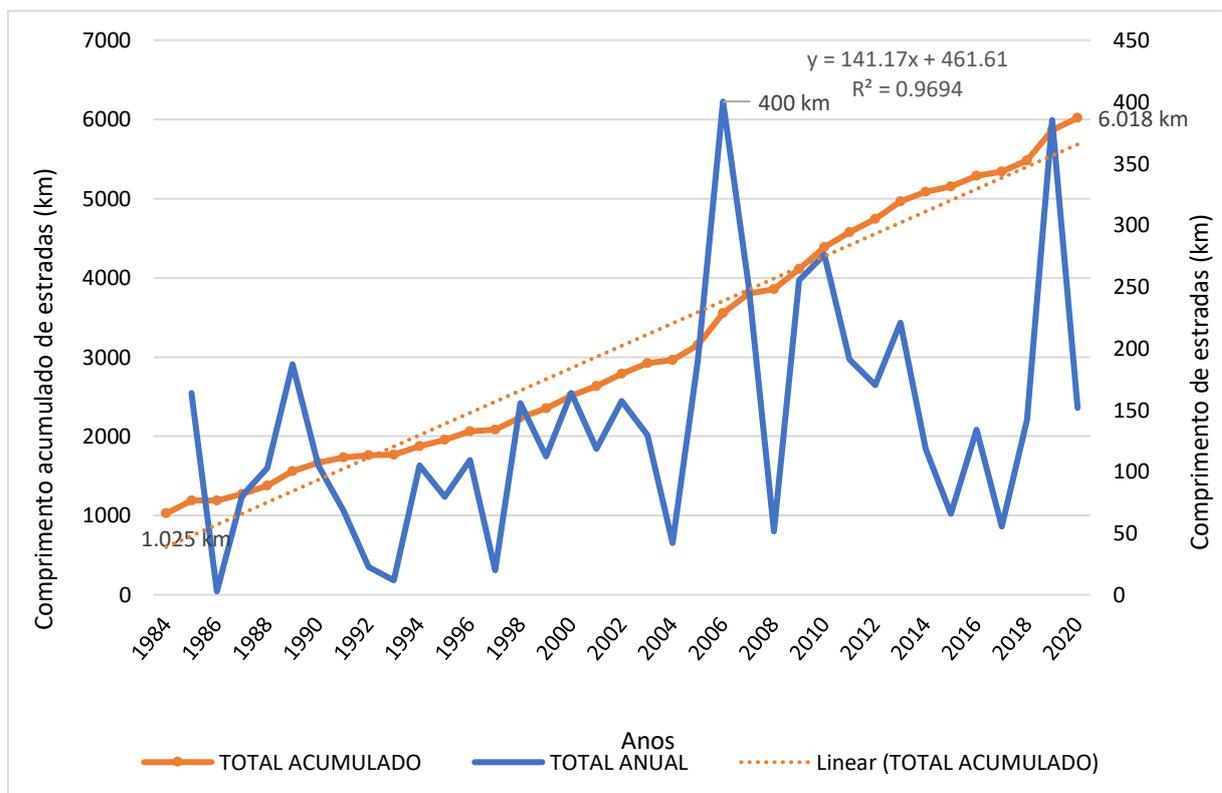
5.3.5 Estradas nas Áreas Particulares

As Áreas Particulares acreanas possuem um total de 2.384 trechos e 6.018 km de estradas até 2020, cerca de ~30% do acumulado. As estradas não estão presentes em todos os territórios, aparecendo apenas 74 áreas particulares (APÊNDICE B). Sobre as estradas acumuladas é possível observar que existe um crescimento linear conforme o passar dos anos, saindo de 1.025 km em 1984 para 6.018 em 2020, cerca

de 487% em 36 anos (FIGURA 36). Os anos mais significativos de estradas foram os anos de 2006, 2019 e 2010. Observa-se que após o grande pico de 2006, as estradas anuais tiveram aumento no valor anual acima dos 200 km em 04 anos, mas tendo uma tendência de queda no geral, porém no ano de 2019 temos uma quantidade expressiva de estradas, chegando a ser o segundo ano com o maior valor de estradas na série histórica (FIGURA 36).

Considerando os valores anuais individuais, não acumulativos, nota-se um crescimento linear positivo com percentual de crescimento médio de 135% ano⁻¹, superior à média de crescimento do Acre (58,7%), embora tenha 20 anos com médias negativas. O valor médio de crescimento de estradas é de 167 km ao ano. Esse crescimento linear avança a uma taxa de 5,09% ano⁻¹, porém essa amplitude de variação vem diminuindo com o passar dos anos, similar ao que vem acontecendo nos dados de todo o Estado.

FIGURA 36. Total acumulado e anual de comprimento de estradas nas Áreas Particulares, de 1984-2020.

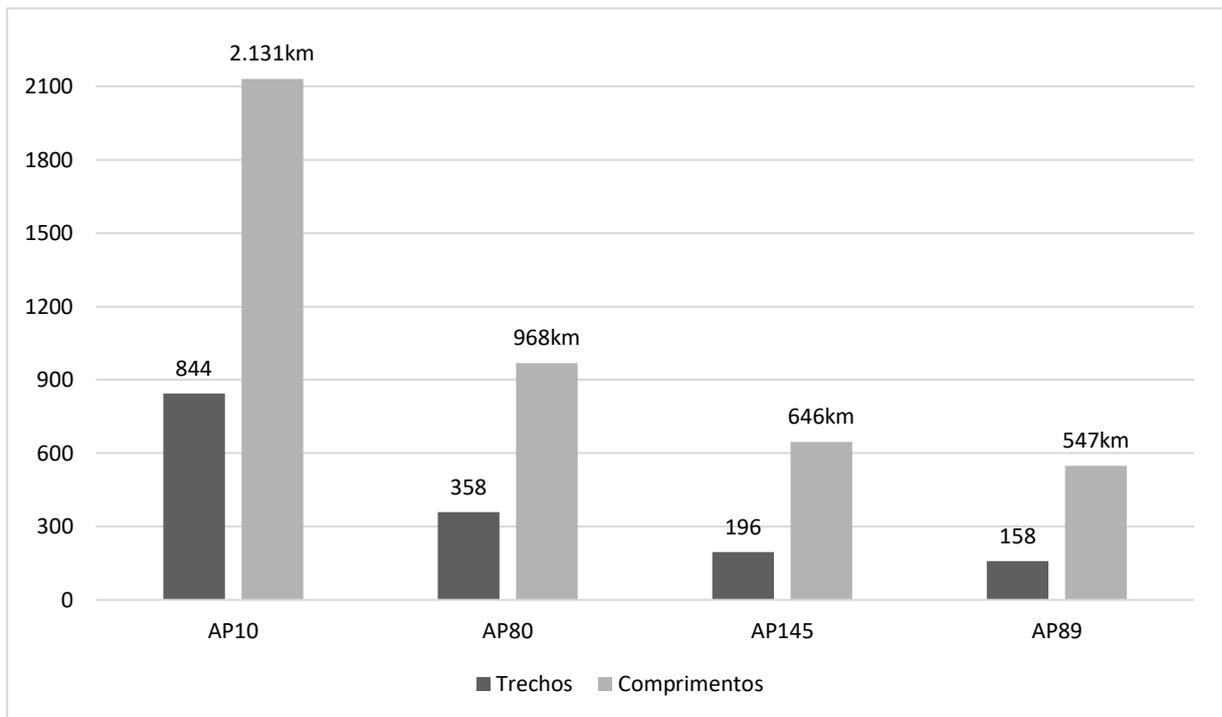


Fonte: autor (2023).

Considerando os comprimentos e trechos de estradas, temos quatro áreas que se destacam, aqui denominadas áreas AP10 com 844 trechos e 2.131km, AP80 com

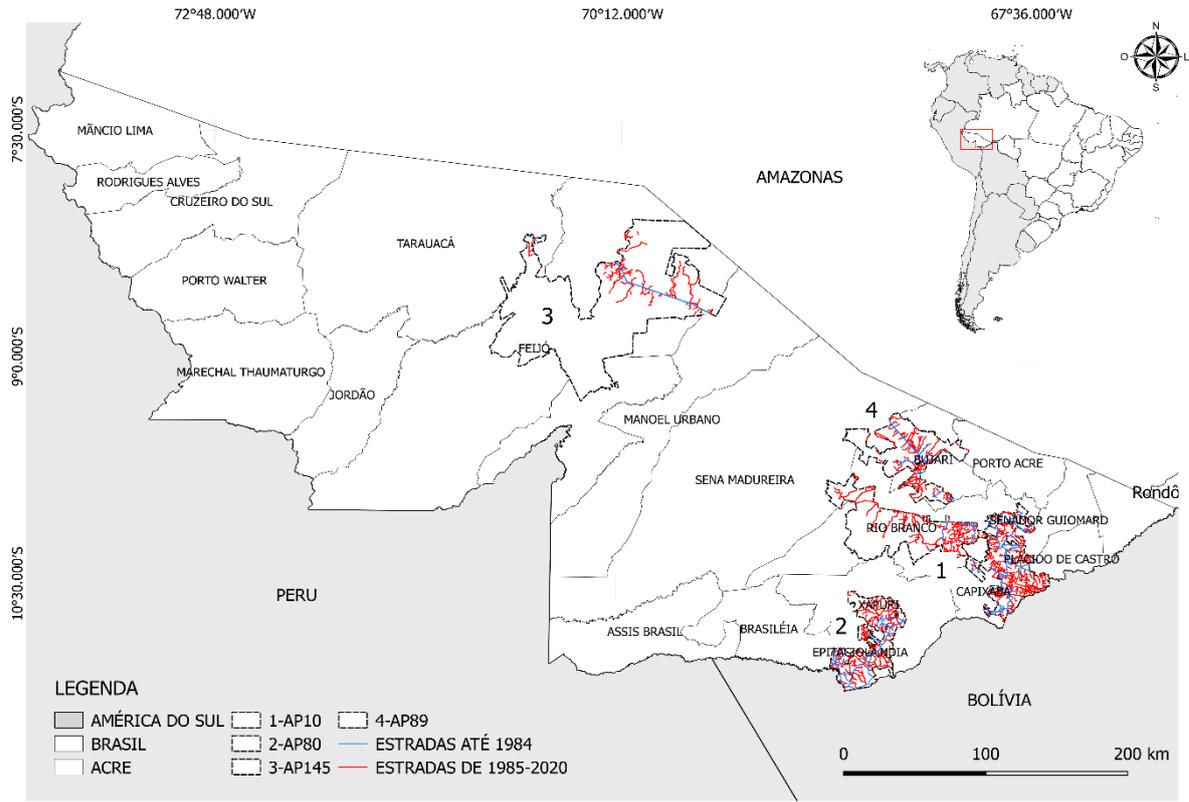
358 trechos e 968km, AP145 com 196 trechos e 646km e AP89 com 158 trechos e 547km (Figura 37 e 38). A área AP10 é o grande expoente, tendo sozinho mais vias do que todas as Unidades de Conservação acreanas, e representa cerca de 10% do total geral de estradas. Essa área compreende os municípios de Rio Branco, Capixaba, Senador Guimard e Plácido de Castro (Figura 39).

FIGURA 37. Comprimento e trechos das estradas nos projetos de assentamento que lideram o ranking.



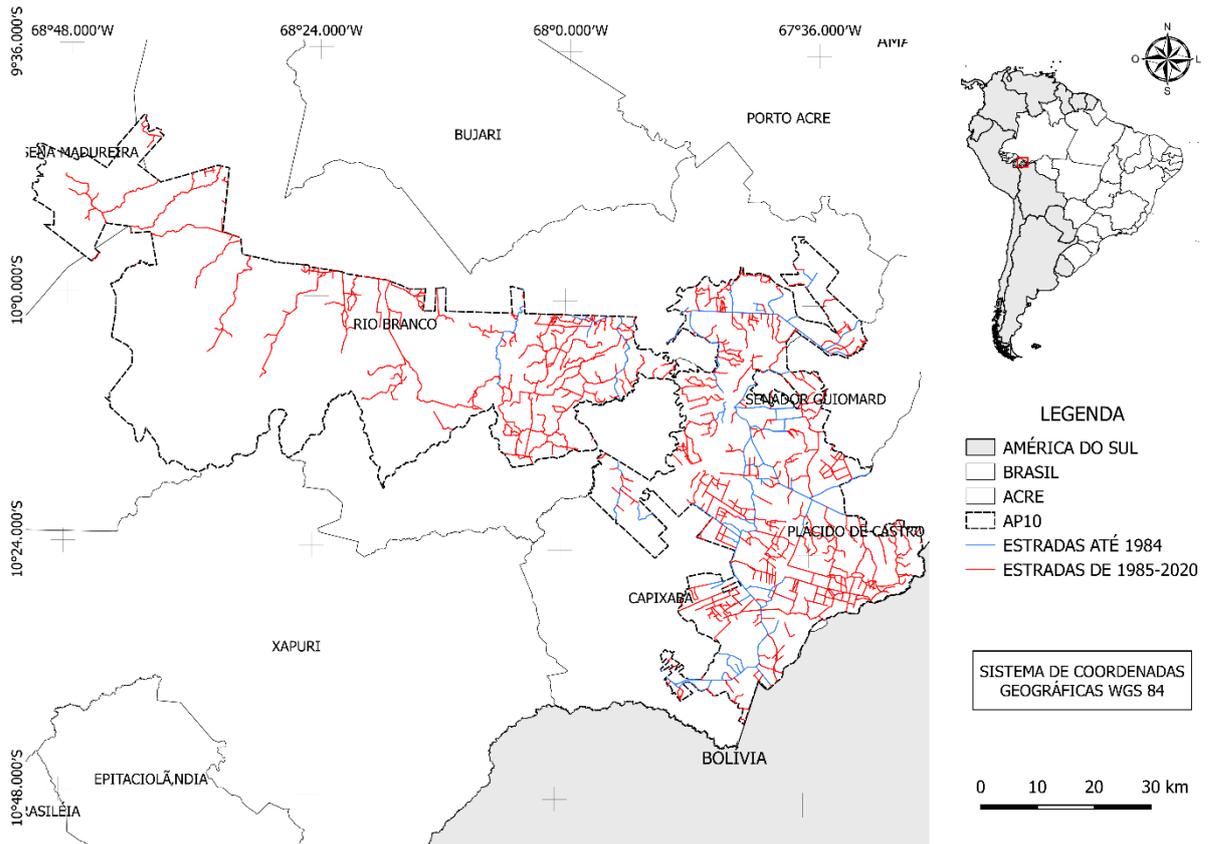
Fonte: autor (2023).

FIGURA 38. Mapa das Áreas Particulares que lideram o ranking de estradas no Acre.



Fonte: autor (2023).

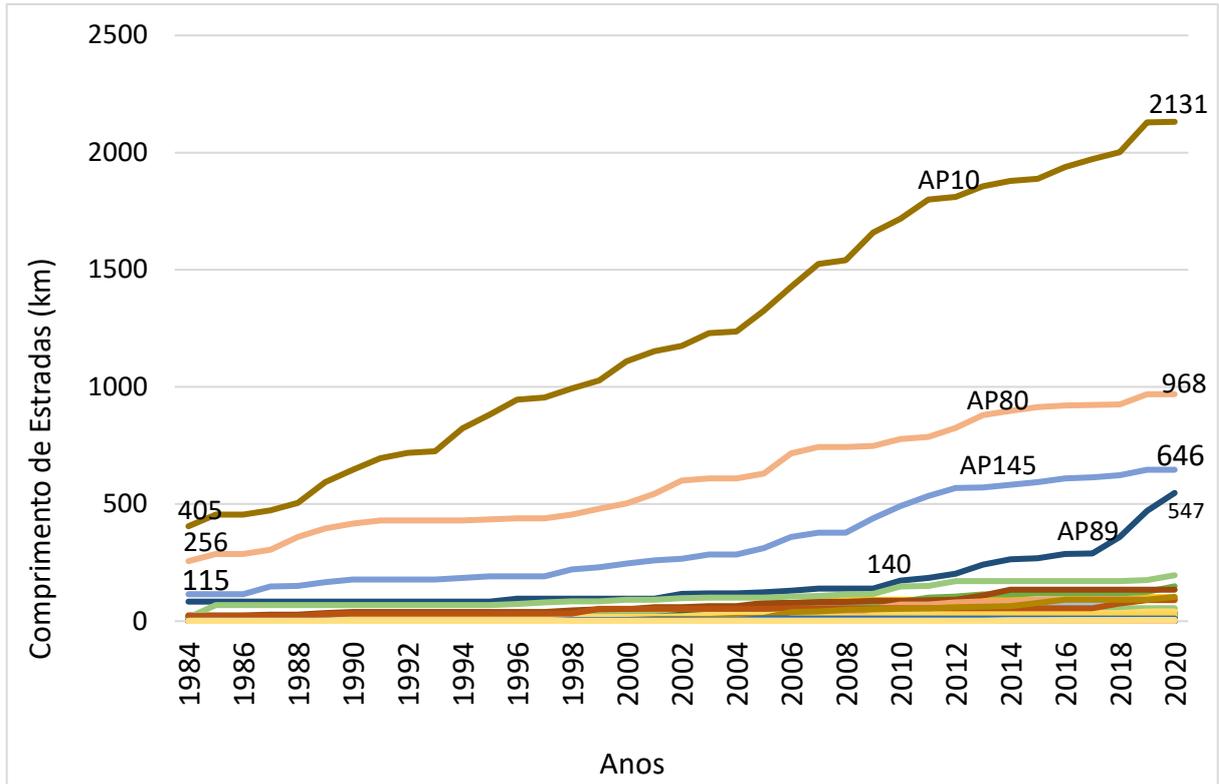
FIGURA 39. Mapa de estradas na Área Particular AP10.



Observando o desenvolvimento das estradas acumuladas durante no período, temos como destaque a Área Particular AP10 com um crescimento considerável de 1.726km ou 426%, assimilando-se a tendência de crescimento do Acre. Quanto as demais áreas, pode-se destacar os crescimentos das AP80 e AP145 (respectivamente um aumento de 712 km ou 278%, e 531 km ou 461%) durante toda a série histórica, tendo a AP89 uma tendência de crescimento mais recentemente, principalmente a partir do ano de 2009 (aumento de 406 km ou 290%) (FIGURA 40).

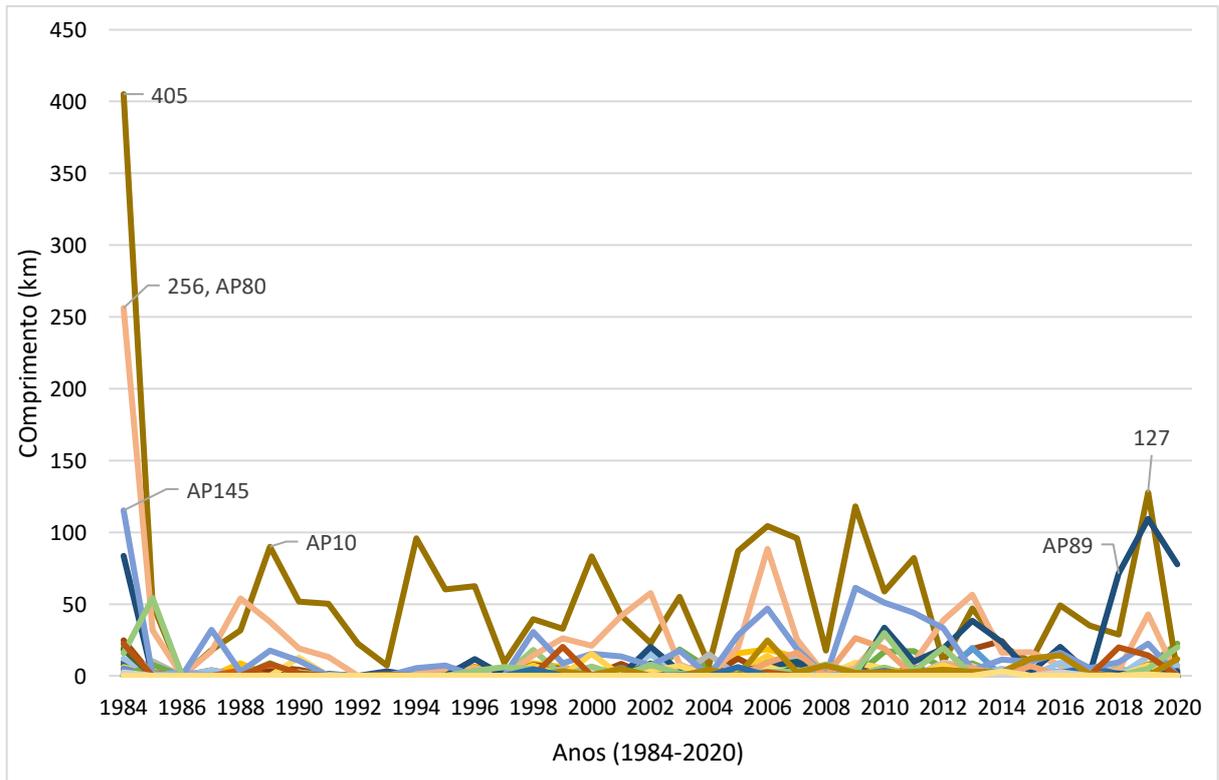
Similarmente, observando a expansão das estradas ano a ano, nota-se picos de subida e decida na série histórica para todas as áreas, tendo a AP10 se destacada sendo por 24 vezes a área que mais teve estradas anuais no período. Os anos de 1984, 2006, 2009 e 2019 foram os anos mais significativos (FIGURA 41).

FIGURA 40. Comprimento acumulado das estradas nas áreas particulares, 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 41. Comprimento anual das estradas nas áreas particulares, 1984-2020.



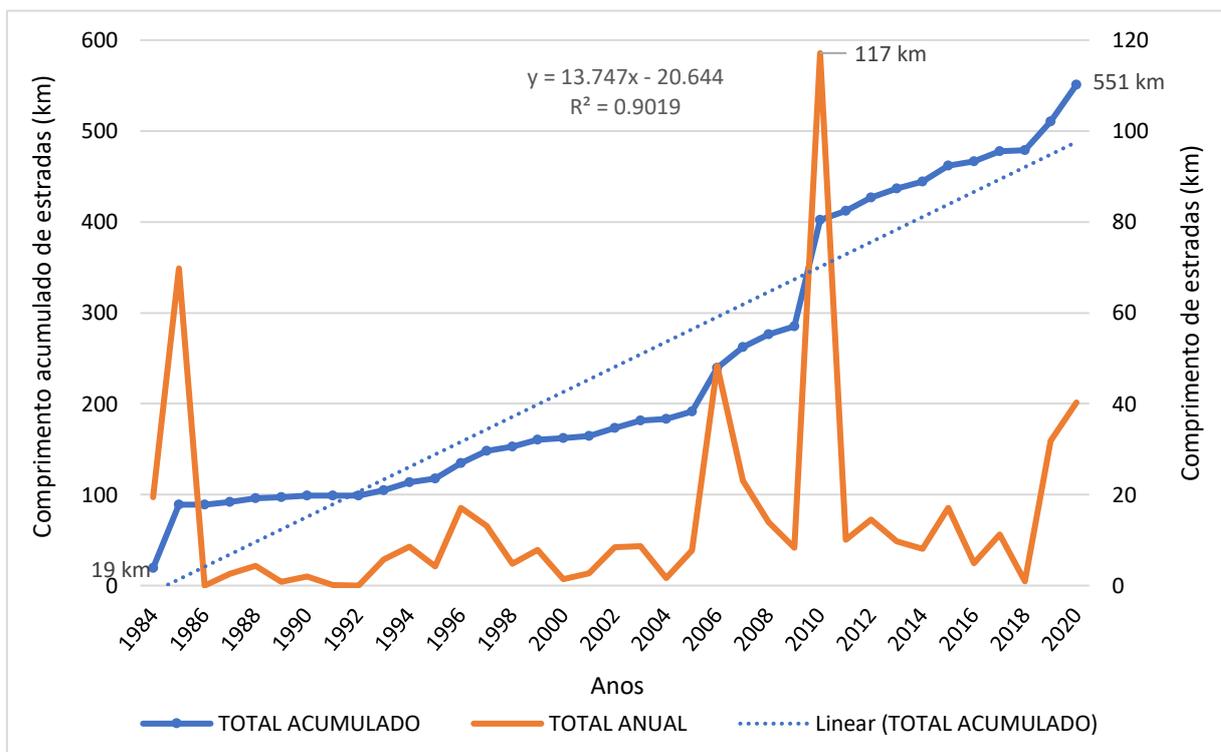
Fonte: autor (2023).

5.3.6 Estradas nas Áreas Arrecadadas

As terras públicas arrecadadas acreana possuem um total de 273 trechos e 495 km de estradas até 2020, cerca de 2,45% do acumulado. Essas vias não estão presentes em todas as áreas, estando apenas em 11 delas. Sobre o acumulado de estradas observa-se que existe um crescimento, mas com uma tendência não linear, saindo de 19 km em 1984 para 550 km em 2020, cerca de 2.700% de aumento (FIGURA 42). Esse crescimento avança a uma taxa de aproximadamente 15% ano⁻¹, superior à média do Acre, tendo pouca amplitude de variação entre os anos.

Os anos mais significativos foram os de 2010, 1985, 2006 e 2020. Os comprimentos anuais de estradas nessas áreas geralmente não ultrapassam os 20km de estradas anuais, valores baixos comparado a outras áreas. Não é possível observar um crescimento significativo com o passar dos anos, porém nota-se que picos acima de 20km são maiores nos anos recentes, principalmente após 2005 (FIGURA 42).

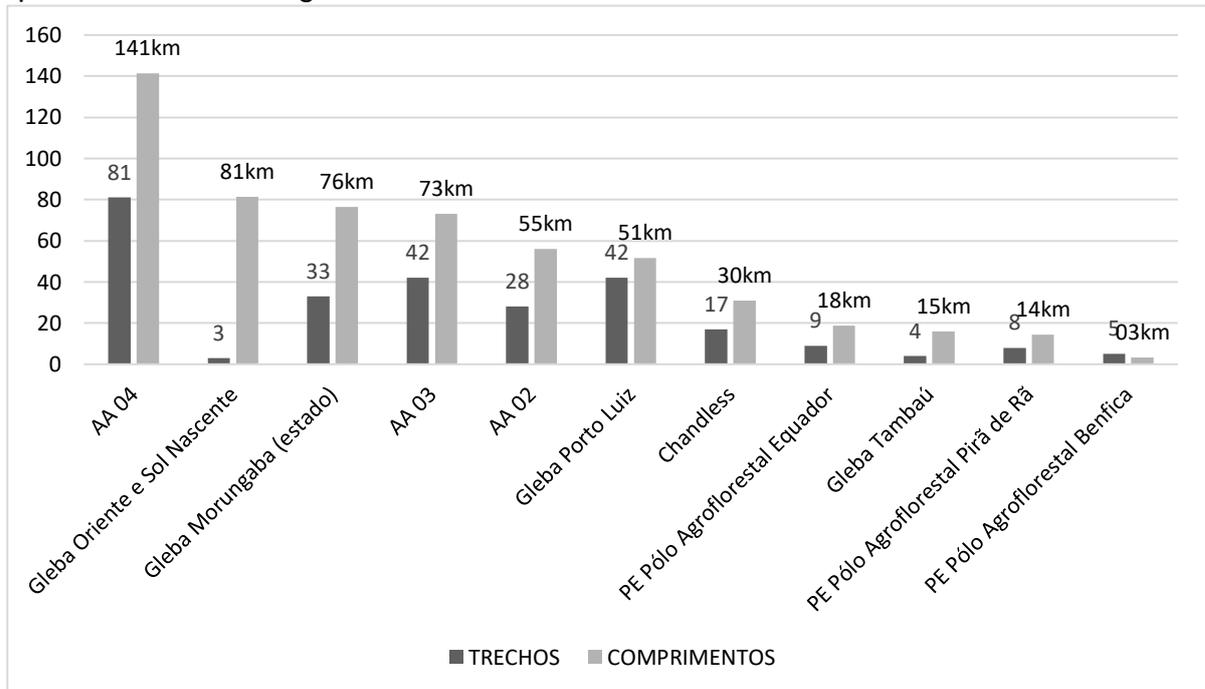
FIGURA 42. Total acumulado e anual de comprimento de estradas nas áreas públicas arrecadadas entre 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

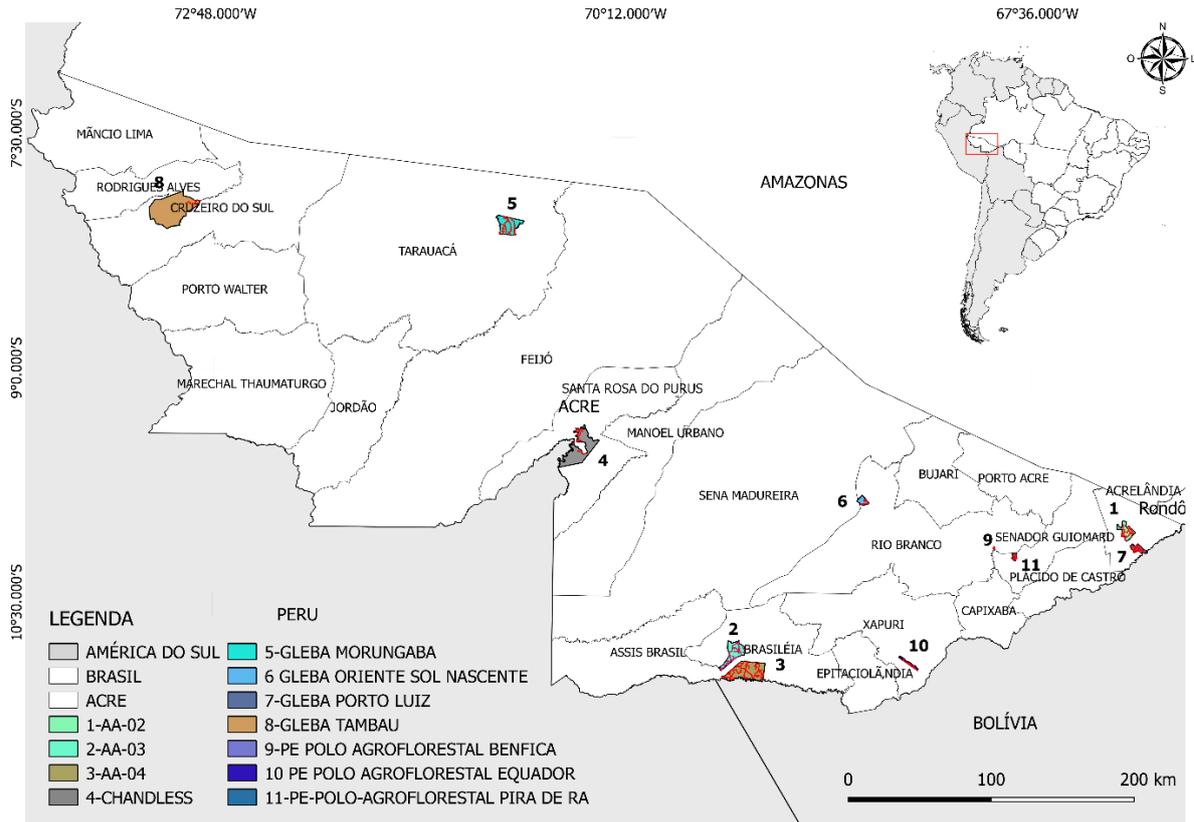
Analisando os comprimentos de estradas nas áreas arrecadadas nota-se que quatro áreas se destacam, sendo elas a AA 04 com 141km, Gleba Oriente e Sol Nascente com 81 km, Gleba Morungaba com 76 km e AA 03 com 73 km (FIGURAS 43 e 44). Os trechos não acompanham o ranqueamento do comprimento de estradas, tendo algumas áreas com uma pequena quantidade de trechos e elevada quilometragem de estradas, e outra área com a quantidade de trechos maior que a quilometragem. Esse padrão é incomum, visto que geralmente a quantidade de trechos acompanha o crescimento da quilometragem.

FIGURA 43. Comprimento e trechos das estradas nas áreas públicas arrecadadas que lideram o ranking.



Fonte: autor (2023).

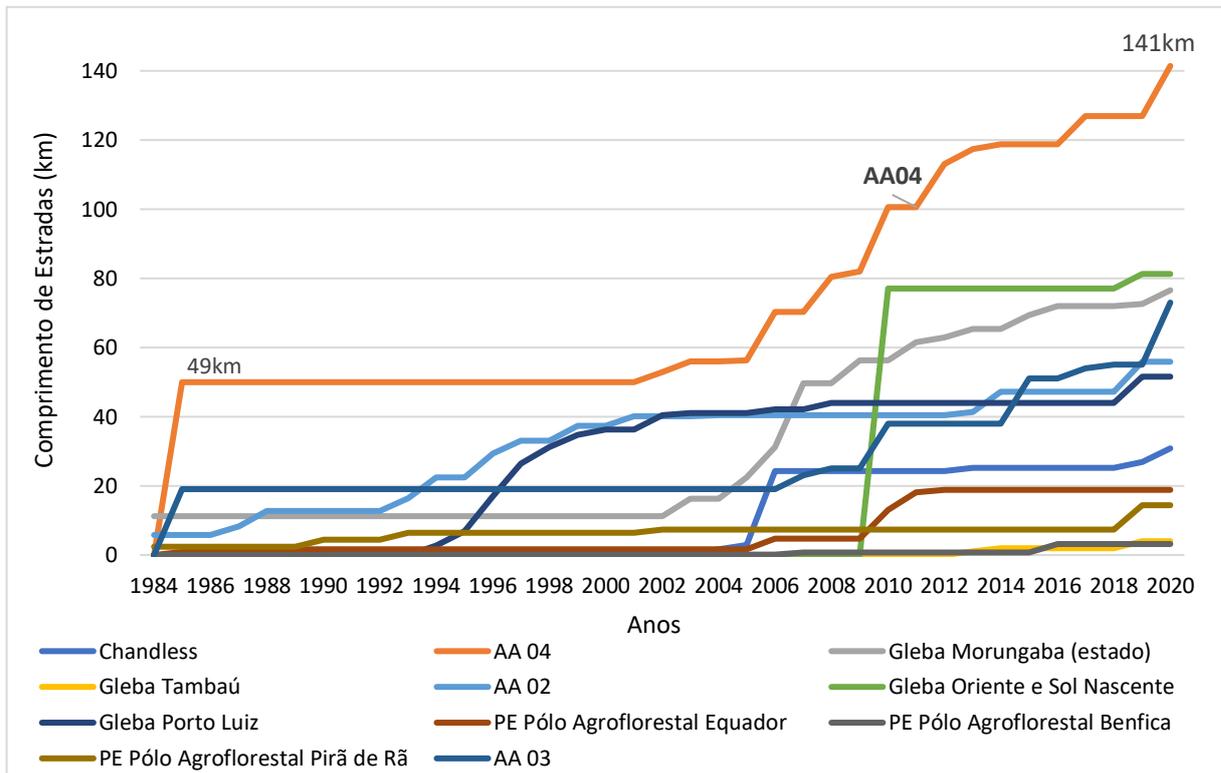
FIGURA 44. Mapa das áreas públicas arrecadadas que lideram o ranking de estradas no Acre.



Fonte: autor (2023).

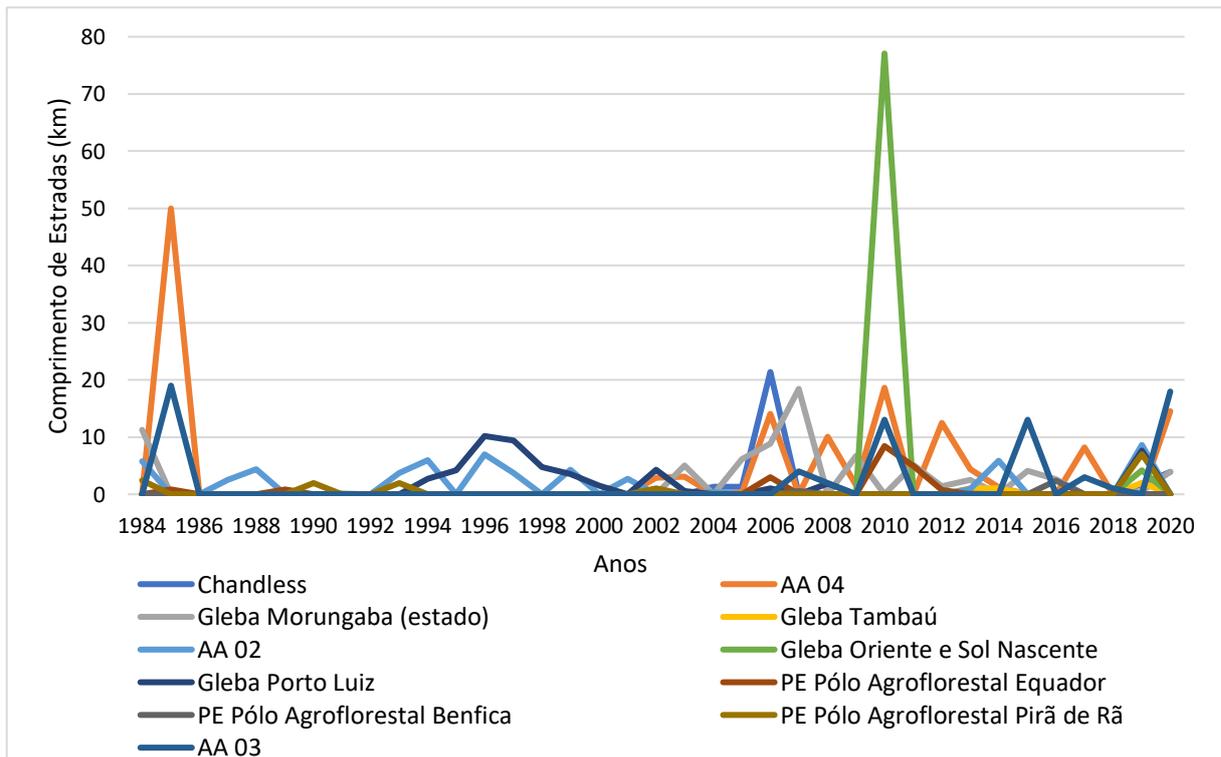
Observando o desenvolvimento das estradas acumuladas no período, temos como destaque a Área Arrecada AA04 de 92 km ou 187 %. Quanto as demais áreas podem-se destacar as seguintes: Gleba Morungaba, AA03 e Gleba Oriente e Sol Nascente, principalmente esta última que teve suas estradas expandidas a partir de 2009 (FIGURA 45). Quanto aos comprimentos anuais em cada área temos os dois maiores picos em 2010 na área Gleba Oriente e Sol Nascente (77km) e em 1985 na área AA04 (50km), não tendo predominância de nenhuma das áreas. Quanto aos anos recentes temos mais picos acima de 10km após 2005 do que anteriormente a esse ano (FIGURA 46).

FIGURA 45. Comprimento acumulado das estradas nas áreas particulares, 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 46. Comprimento anual das estradas nas áreas particulares, 1984-2020.



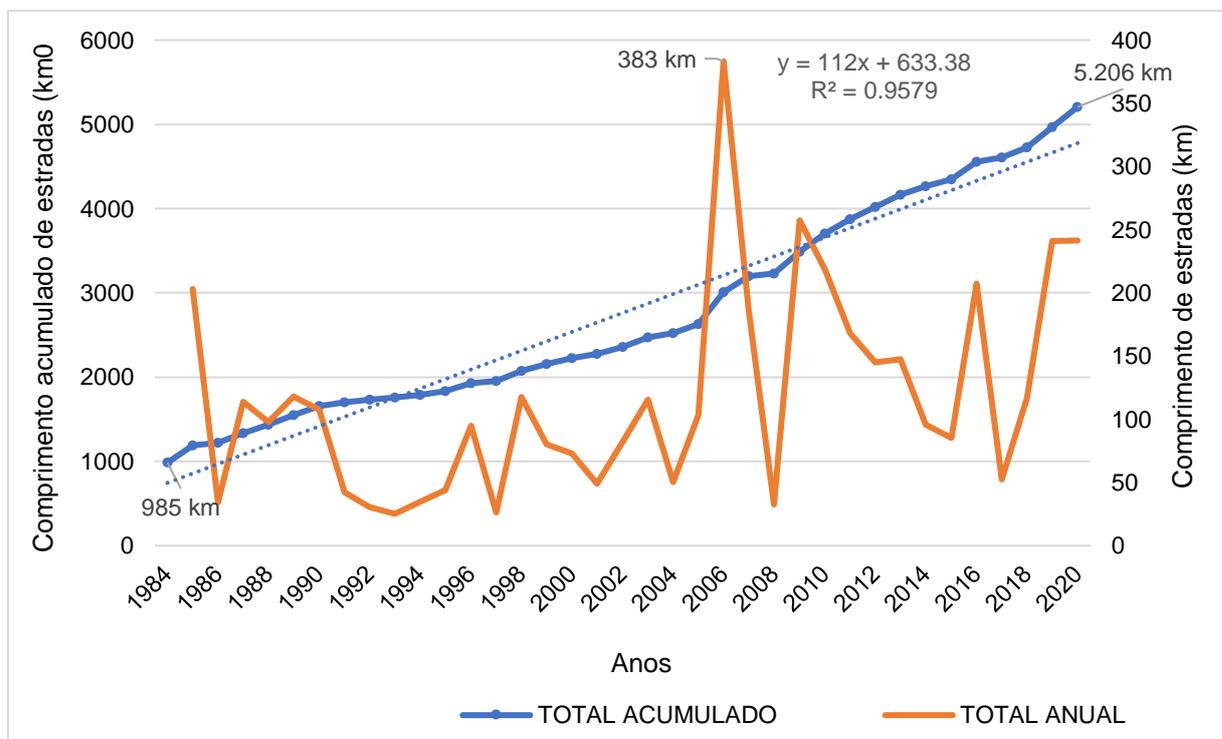
Fonte: autor (2023).

5.3.7 Estradas nas Áreas Discriminadas

As terras públicas discriminadas acreanas possuem 1.970 trechos e 5.295 km de estradas acumuladas até o ano de 2020, cerca de 26% do acumulado. Essas vias estão presentes em apenas 33 áreas, portanto, não estando presentes em todas as áreas discriminadas estaduais. Observa-se uma tendência sobre o crescimento acumulado das estradas no período analisado, com um crescimento de 428% sobre o total que se tinha em 1984 (FIGURA 47). Esse crescimento avança a uma taxa de 4,7% ano⁻¹, similar a taxa para todo o Acre.

Analisando ano a ano temos os anos de 2006, 2009, 2019 e 2020 como os mais significativos de estradas, com valores acima de 200km anuais. Desta forma, temos mais anos com valores acima de 200km nos anos recentes, principalmente após 2006, do que nos anos anteriores a essa data (FIGURA 47).

FIGURA 47. Total acumulado das estradas nas terras públicas discriminadas, de 1984-2020.

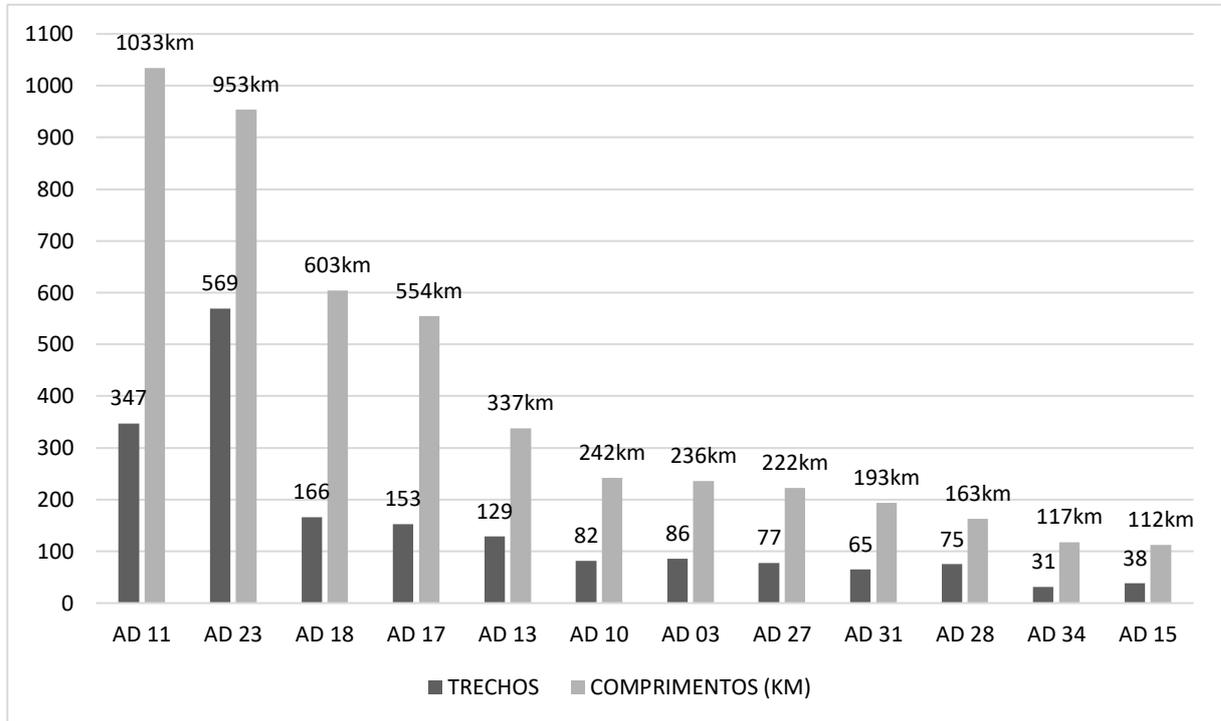


Fonte: autor (2023).

Analisando os comprimentos e trechos de cada área, temos quatro áreas se destacando, sendo elas: AD 11 com 1.033km, AD 23 com 953km, AD 18 com 603km

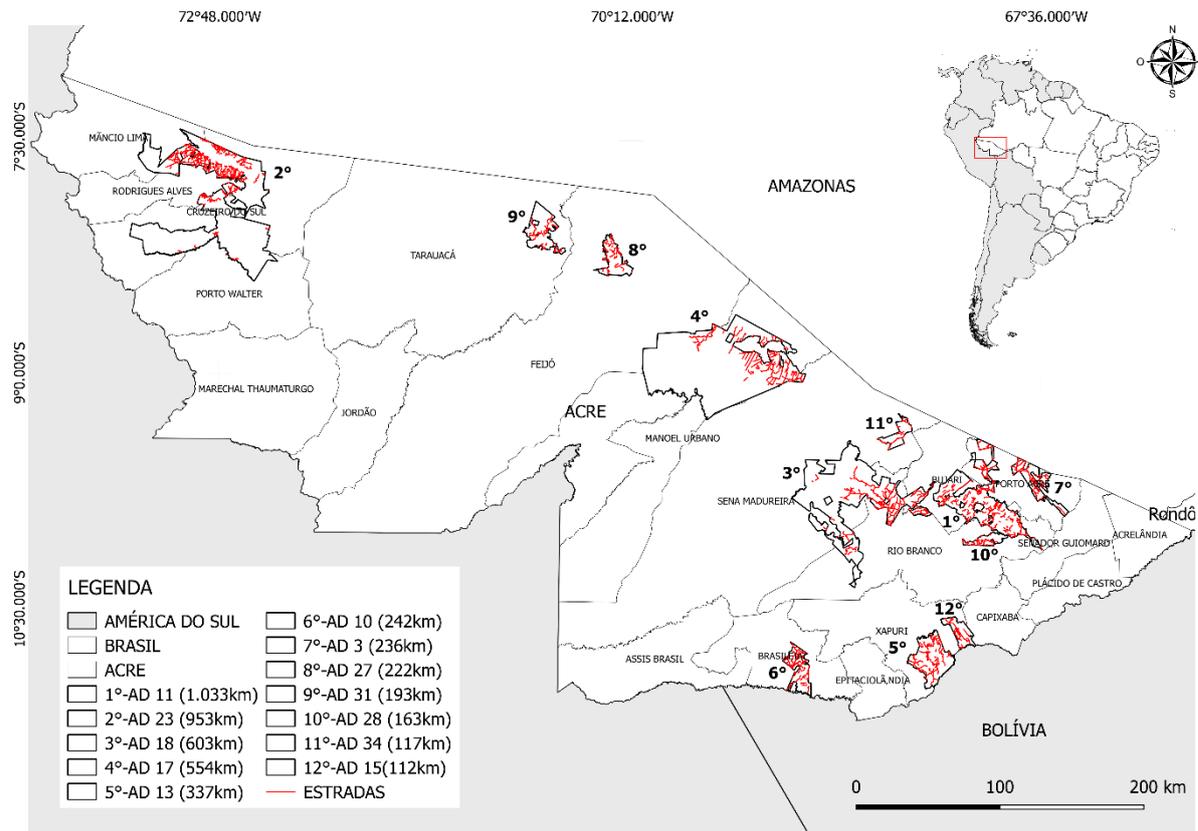
e AD 17 com 554km. Os trechos não acompanham esse ranqueamento, tendo a área AD 23 a maior quantidade de trechos com de 347 (FIGURAS 48 e 49).

FIGURA 48. Comprimentos e trechos das estradas nas terras públicas discriminadas as que lideram o ranking.



Fonte: autor (2023).

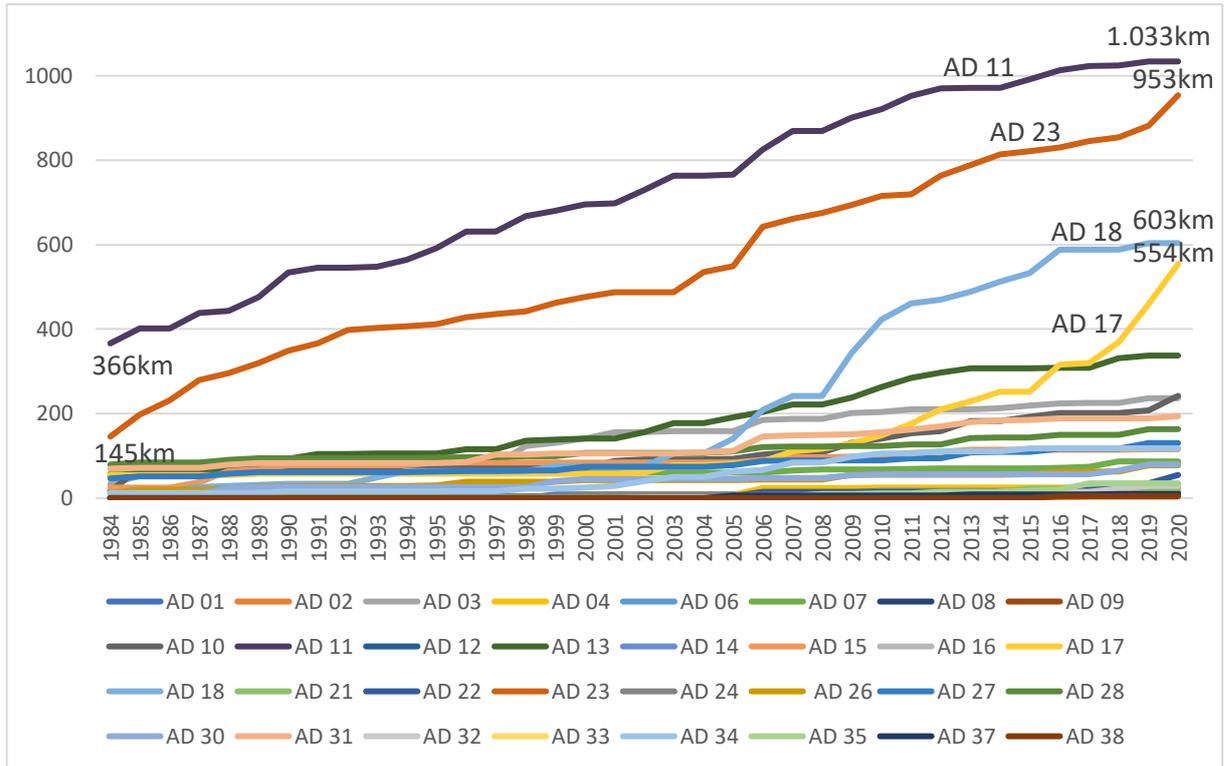
FIGURA 49. Mapa das áreas discriminadas que lideram o ranking de estradas no Acre.



Fonte: autor (2023).

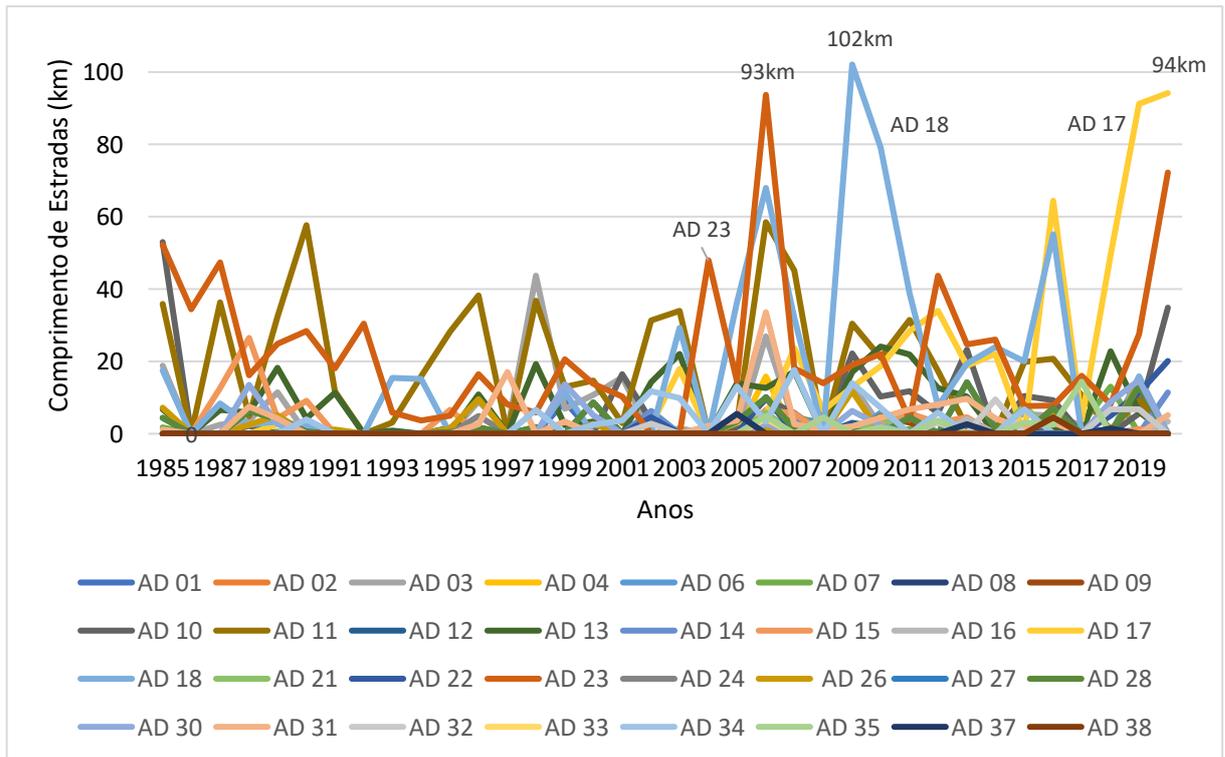
Sobre as estradas em cada área no período, obtém-se como destaque as áreas discriminadas AD 11 e AD 23, com aumentos de 182% e 557% de estradas ao que se tinha em 1984, estando em pleno crescimento. Porém, também é importante destacar que as áreas AD 17 e AD 18 a partir de 2005, vem crescendo sua rede de estradas consideravelmente, já sendo as áreas que estão em terceiro e quarto lugar no ranking (FIGURA 50). Quanto aos comprimentos anuais, temos os maiores picos em 2009 na AD 18 (102km), em 2020 na AD 17 (94km) e em 2006 na AD 23 (93,7km), não tendo predominância de nenhuma das áreas. Quanto aos anos recentes temos mais picos acima de 60km após 2005 do que anteriormente a esse ano (FIGURA 51).

FIGURA 50. Comprimento acumulado das estradas nas áreas discriminadas, 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 51. Comprimento anual das estradas nas áreas discriminadas, 1984-2020.

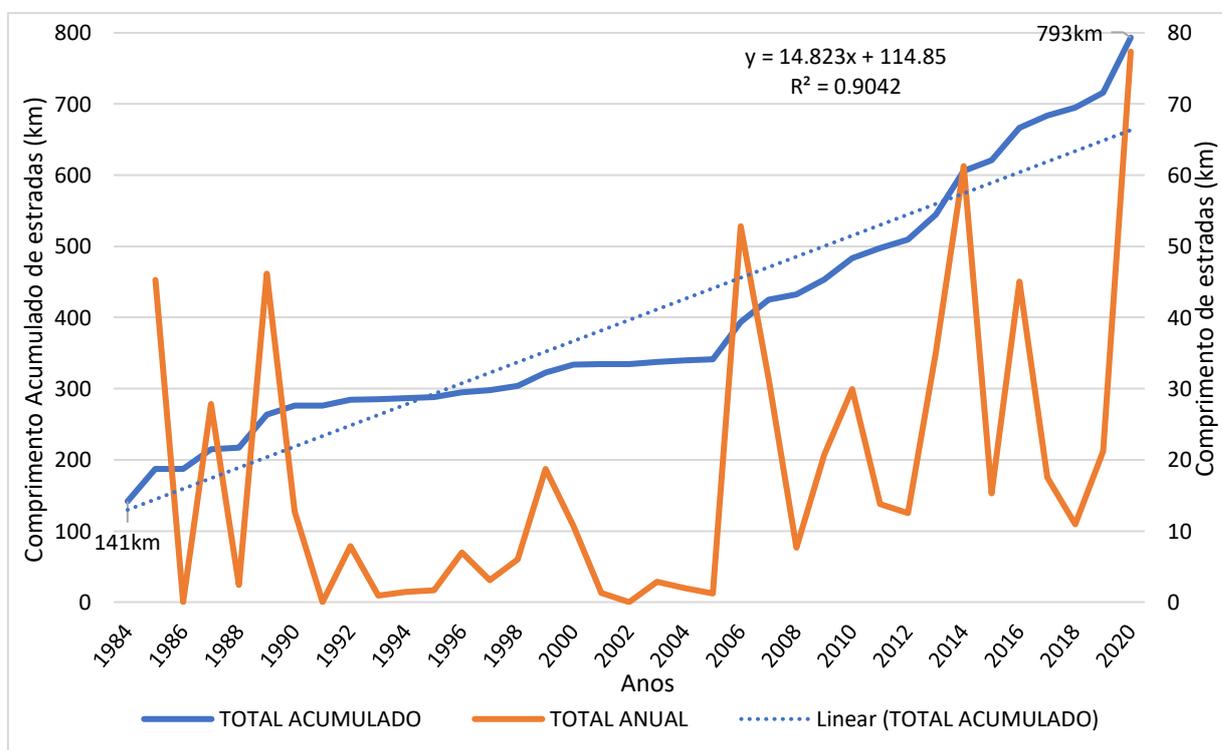


Fonte: autor (2023).

5.3.8 Estradas nas Áreas Sem Estudo Discriminatório

As terras públicas sem estudo discriminatório possuem um total de 756km e 399 trechos de estradas acumuladas até o ano de 202, representando cerca de 3,7% do total acreanas, estando presente em somente 08 áreas. No período, temos uma tendência de crescimento acumulado em torno de 462% ao total que se tinha em 1984 (FIGURA 52). Tal crescimento avança a uma taxa média de 5% ano⁻¹, similar a taxa acreana. Os anos mais significativos de estradas foram os anos de 2020, 2014 e 2006, com valores acima de 50km anuais, sendo todos esses anos recentes. Os anos mais significativos de estradas foram os anos de 2020, 2014 e 2006, com valores acima de 50km anuais, sendo todos esses anos recentes (FIGURA 52).

FIGURA 52. Total acumulado e anual de estradas nas áreas públicas sem estudo discriminatório, de 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

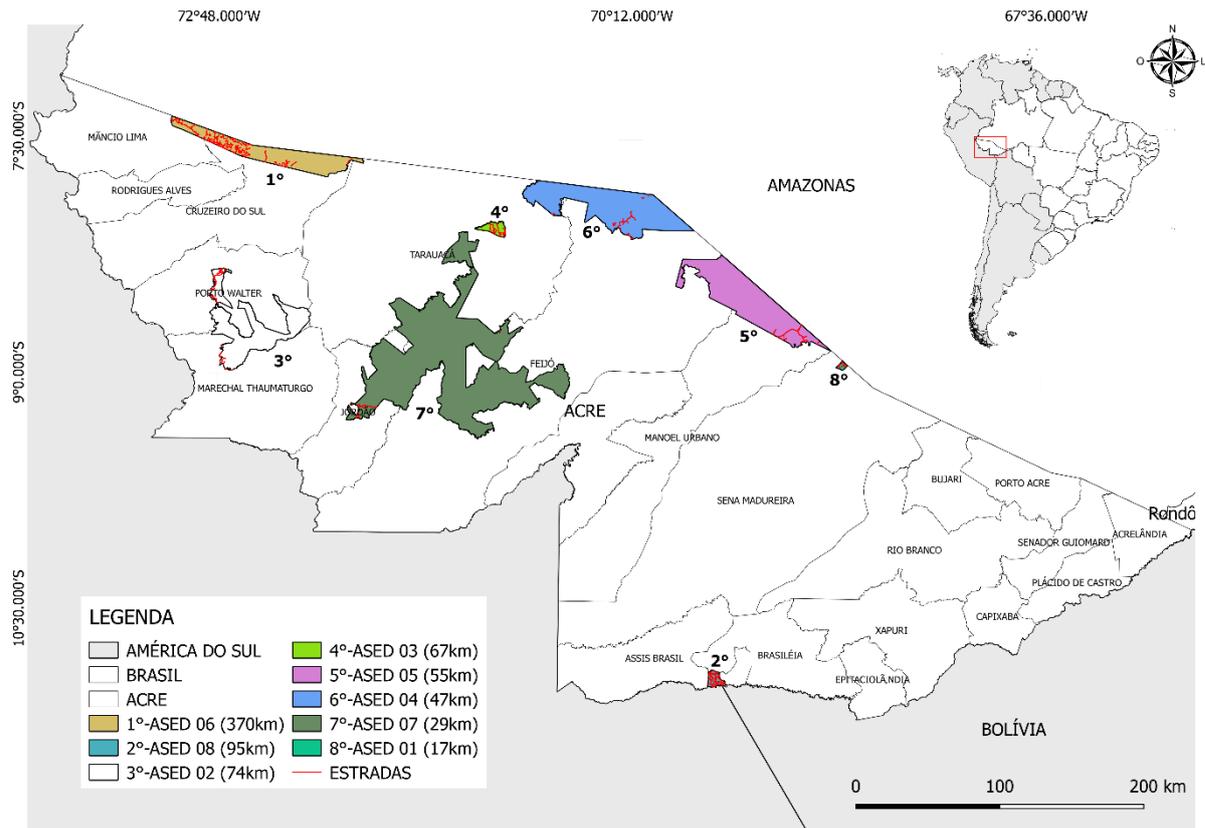
Quanto aos comprimentos e trechos de cada área, temos apenas a área ASED 06 se destacando com 221 trechos e 370km. Com exceção da área ASED 04, os trechos acompanham o ranqueamento das estradas (Figuras 53 e 54).

FIGURA 53. Comprimentos e trechos das estradas nas terras públicas sem estudo discriminatório que lideram o ranking.



Fonte: autor (2023).

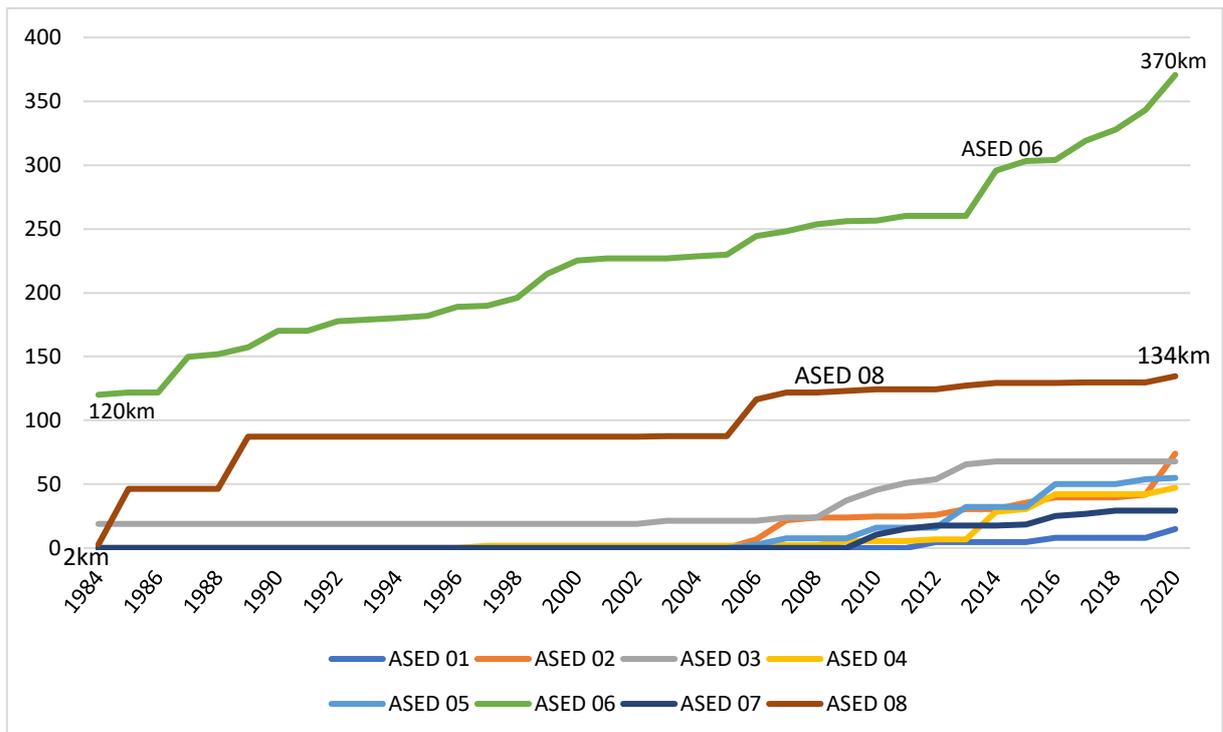
FIGURA 54. Mapa das áreas de terras públicas sem estudo discriminatório que lideram o ranking de estradas no Acre.



Fonte: autor (2023).

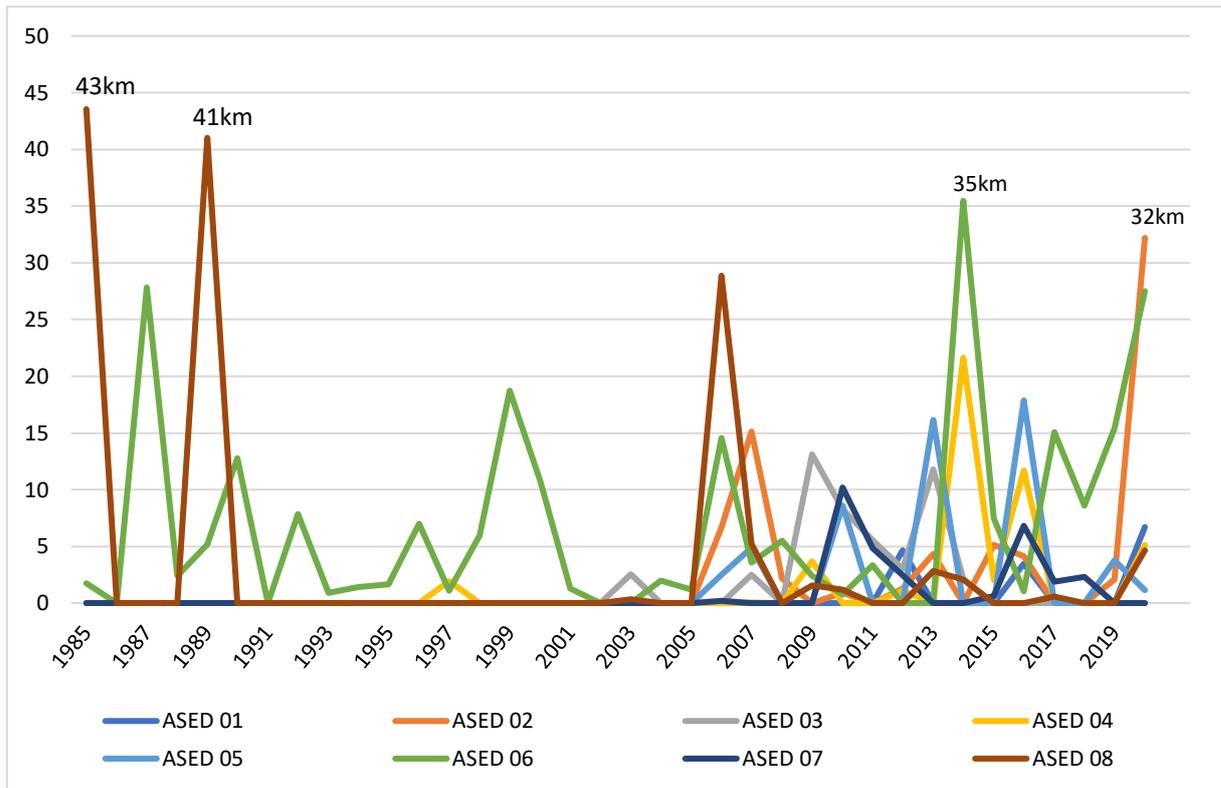
Sobre as estradas em cada área no período, temos as áreas ASED 06 e 08 se destacando com aumentos respectivamente acima de 200% e 6.000% de estradas ao acumulado que se tinha em 1984, estando a ASED 06 em pleno crescimento (FIGURA 55). Quanto aos dados anuais temos os maiores picos em 1985 e 1989 na ASED 08, em 2014 na ASED 06 e em 2019 na ASED 02. Quanto aos anos recentes, principalmente após 2005, houve aumentos consideráveis na quantidade de estradas em várias áreas (FIGURA 56).

FIGURA 55. Comprimento acumulado das estradas nas terras públicas sem estudo discriminatório, 1984-2020.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 56. Comprimento anual das estradas nas áreas discriminadas, 1984-2020.



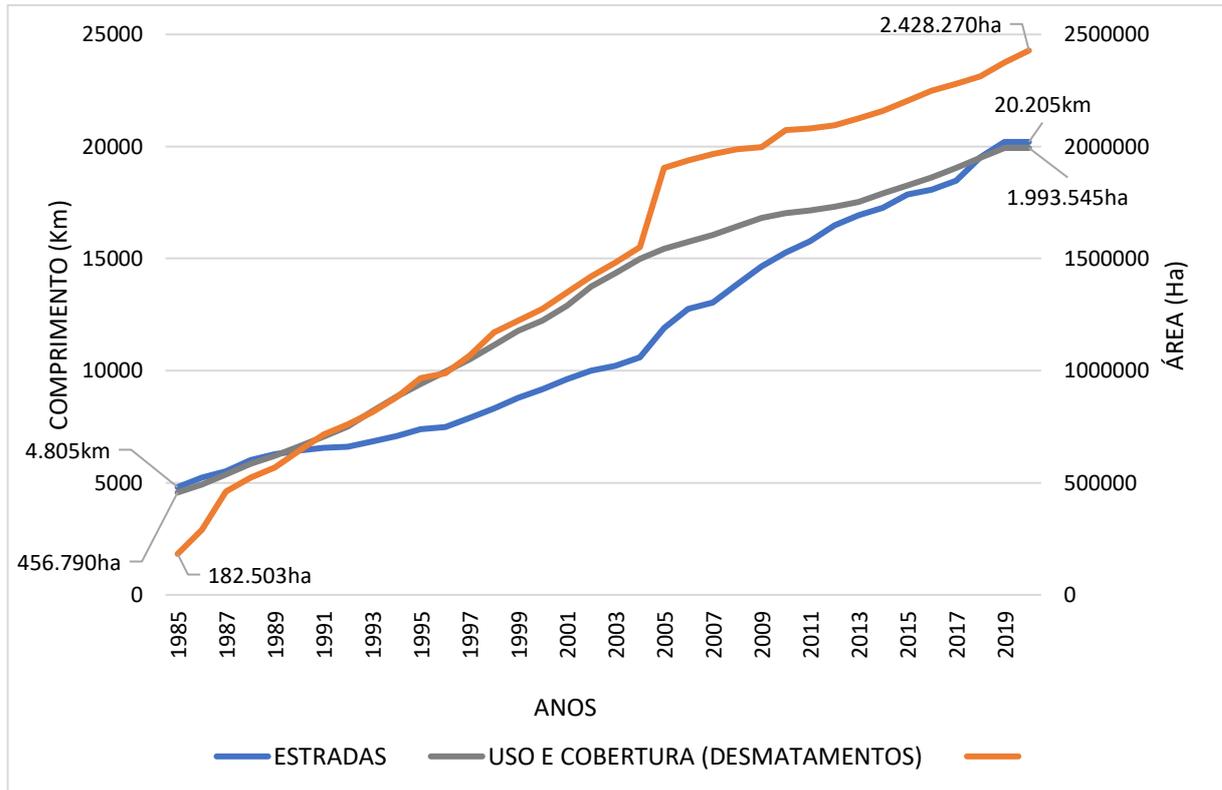
Fonte: autor (2023).

5.4 Relação das estradas com desmatamentos e queimadas anuais no Acre

5.4.1 Dados gerais das estradas, queimadas e desmatamentos no período

Muitos autores sinalizam para uma íntima relação entre estradas, desmatamentos e queimadas na Amazônia. No Acre, os dados desses três fatores de degradação estão em ampla expansão, tendo valores de crescimento percentuais de respectivamente 320%, 336% e 1.230% após o acumulado de 1985 (FIGURA 57). Porém, com os dados de queimadas acumuladas devem-se ter cautela com as estimativas, devido a recorrência do fogo, e de não ser efetivamente calculado somente a área total que queimou, ou seja, independentemente da quantidade de vezes que ocorreram os eventos.

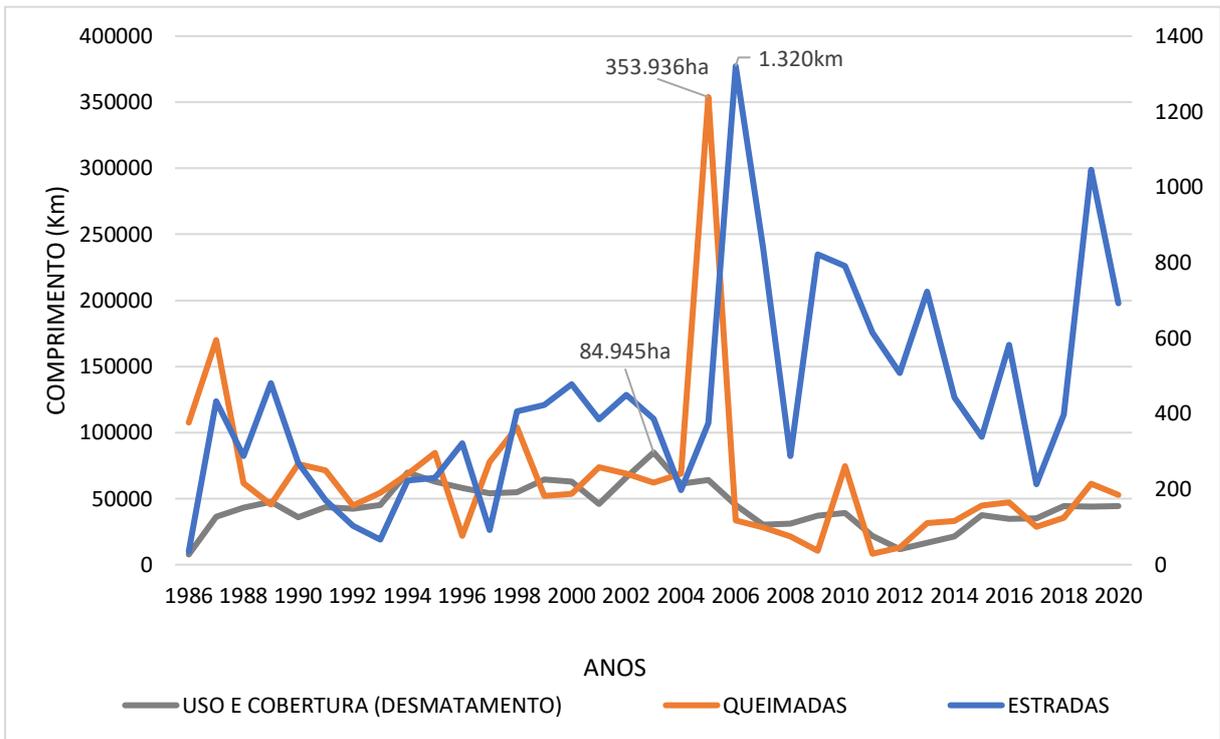
FIGURA 57. Total acumulado de estradas, desmatamentos e queimadas no Acre de 1985 a 2020.



Fonte: autor (2023).

Analisando os valores anuais observa-se que não existe uma relação clara entre as variáveis dos três principais fatores de degradação. As estradas possuem uma tendência de amplo crescimento considerando todo o período, porém tendo alguns anos com claras tendências de quedas (1989-2003 e 2006-2017). Os desmatamentos possuem duas grandes tendências de crescimento (1986-2003 e 2012-2020) intercalada por uma tendência de queda entre os anos de 2003-2012. As queimadas, porém, permanecem relativamente em estabilidade durante o período, sem grandes tendências de quedas ou aumentos (FIGURA 58).

FIGURA 58. Dados anuais de estradas (km), desmatamentos (ha) e queimadas (ha) para o estado do Acre, entre 1986-2020.



Fonte: autor (2023).

Empiricamente temos o conhecimento de que o processo de degradação envolve primeiramente a abertura de estradas, depois o surgimento dos desmatamentos com a derrubada da floresta, e por último as queimadas para limpeza da área. Porém, essa ideia pode ter contornos diferentes para o Acre. Analisando principalmente a dinâmica dos fatores no ano da grande seca de 2005, nota-se que os desmatamentos que deveriam vir juntos ou posteriores as estradas e queimadas, teve o seu maior pico dois anos antes, em 2003, e após esse ano teve uma progressiva queda nos valores anuais (Figura 58).

Os desmatamentos acreanos podem ter uma tendência de aparecimento anterior as estradas e queimadas, e eventos de seca extrema no Acre tendem a influenciar de forma diferente os desmatamentos do que os outros dois fatores citados. Neste caso, as estradas não seriam tão somente os vetores para a degradação de determinada área, mas também um instrumento para efetivar o domínio e uso da terra pelos posseiros.

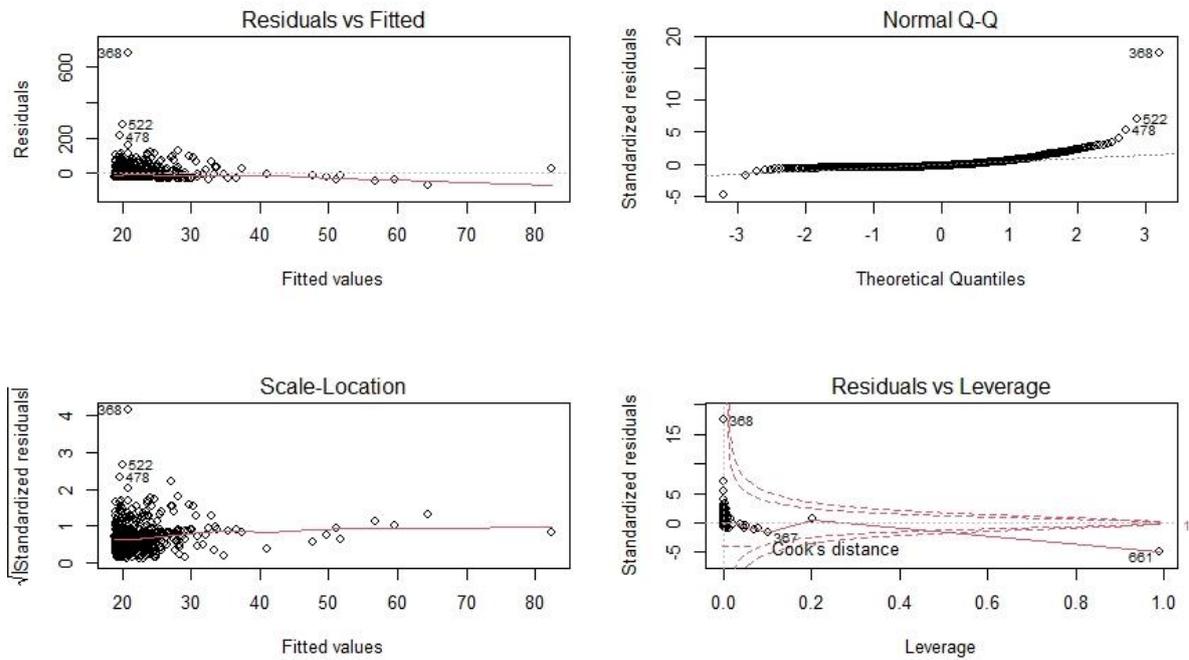
5.4.2 Relação das estradas, queimadas e desmatamentos com dados municipais

Verificado os pressupostos para os testes, temos o pressuposto de linearidade não aceito, sem normalidade dos resíduos <0.05 não indicando um ajuste pela distribuição normal (shapiro-wilk: $W = 0.524$, $p\text{-value} < 2.2e-16$), sem homoscedasticidade nos dados, com outliers e pontos influentes (FIGURA 59). Após a realização dos testes de correlação de *spearman* obtivemos uma correlação positiva moderada para estradas-desmatamentos, correlação positiva fraca de estradas-queimadas, e uma correlação positiva forte de queimadas-desmatamentos (FIGURA 60).

A análise do modelo de regressão indicou que existe significância estatística apenas entre os dados de estradas-queimadas, ou seja, o modelo pode prever os valores de variação entre essas variáveis ($p\text{-valor} < 0.001$ para estradas e $p\text{-valor} = 0.8$ para desmatamentos), sendo estatisticamente diferente de zero, pois $p\text{-valor} < 0,05$. Assim, para cada 01km de estradas criadas espera-se encontrar 9,7 hectares queimadas associadas. O modelo criado tem capacidade de predição, tendo estatística $F = 5.962$, $p\text{-valor} = 0.003$, R-quadrado múltiplo = 0.015 e R-ajustado de 0.012 (FIGURAS 61a, 61c).

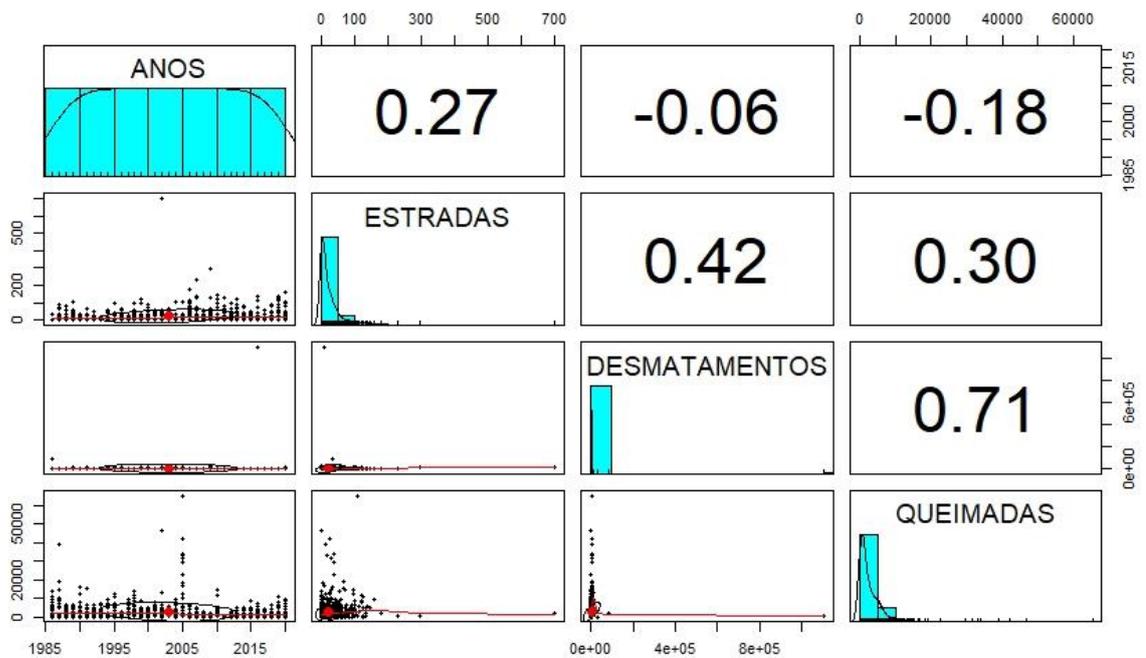
Visando entender o comportamento da relação estradas-desmatamentos, foi aplicado um segundo modelo regressivo, sendo encontrado significância estatística para a tripla relação estradas-desmatamentos-queimadas ($p\text{-valor} = 0.006$), sendo estatisticamente diferente de zero. Assim, para cada 01km de estradas criadas espera-se encontrar 03 hectares de desmatamentos e queimadas associadas. O segundo modelo criado tem capacidade de predição, tendo estatística $F = 6.457$, $p\text{-valor} = 0.0002$, R-quadrado múltiplo = 0.0002 e R-ajustado de 0.02 (FIGURA 61b).

FIGURA 59. Análise gráfica dos pressupostos para realização dos testes.



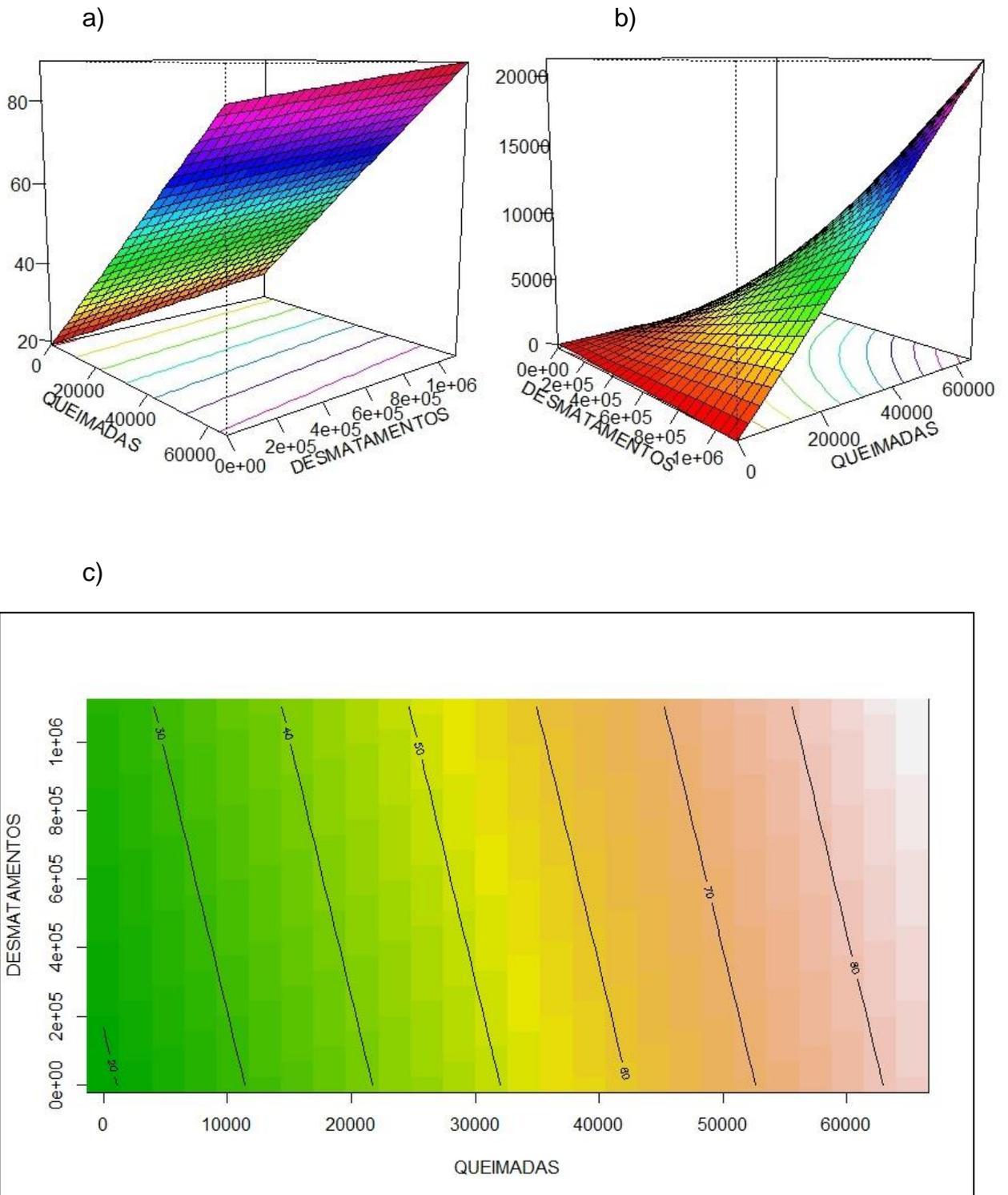
Fonte: autor (2023).

FIGURA 60. Visualização das correlações entre as variáveis.



Fonte: autor (2023).

FIGURA 61. Relação gráfica entre as três variáveis analisadas, o eixo Z indica a variável preditora. O gráfico em perspectiva a) indica a o comportamento das variáveis no 1° modelo, já gráfico em perspectiva b) indica o comportamento das variáveis no 2° modelo, e o gráfico de contorno c) indica a relação da variável preditora sobre o aumento das variáveis resposta.



Fonte: autor (2023).

5.5 Validação do mapeamento das estradas

Realizado o processo de verificação dos pontos dentro do buffer foi encontrado um total de 230 pontos (<10%), em que não existiam indícios de estradas próximas, indicando um equívoco no mapeamento dessas vias. Assim, define-se o valor de >90% de acurácia do mapeamento, ou ainda, certeza de existência de estradas nos dados. Já para os pontos fora do buffer foi encontrado um total de 27 pontos de existência de estradas (1%), definido assim como 99% de acurácia nos trechos de não-estradas. Tais “erros” possivelmente então atrelados a resolução da imagem Landsat (TABELA 10).

TABELA 10. Valores de verificação do mapeamento das estradas acreanas.

Áreas	Dentro do Buffer de 20m (Pontos onde supostamente deveria haver estradas próximas, mas na imagem planet não tinha)	Fora do Buffer e dentro da área delimitada (Pontos onde supostamente não deveria haver estradas próximas, mas na imagem planet tinha)
Área 1 - Cruzeiro do Sul	36 pontos	8 pontos
Área 2 – Tarauacá	42 pontos	3 pontos
Área 3 – Sena Madureira	40 pontos	3 pontos
Área 4 - Rio Branco	62 pontos	10 pontos
Área 5 - Xapuri	50 pontos	3 pontos
Total	230 pontos (9,2%)	27 pontos (1%)
%	90,8% de certeza dos trechos definidos como "estrada".	99% de acurácia nos trechos definidos como "não-estrada".

Fonte: autor (2023).

6 DISCUSSÃO

Diante dos dados governamentais do CAR até 2014 e dos dados mapeados neste estudo até 2020, nota-se um grande crescimento linear de estradas para todo o Acre. As estradas estão presentes em todas as regionais, municípios e em grande parte das áreas das categorias fundiárias, desta forma, estas se instituem como meio para colonização do território e usufruto dos recursos, tal como abordado por Dourojeanni (2006).

Grande parte das estradas acreanas estão interligadas com grandes rodovias, sejam elas federais ou estaduais, condizente com os estudos de Souza Jr et al. (2004), Pfaff et al. (2009), para outras partes da Amazônia, onde as BRs tendem a atrair mais agente privados, e por consequência gerar mais ocupação e estradas. Porém, a construção e expansão das estradas não se limita as áreas de influencias das BRs, sendo também realizada em municípios isolados, como é o caso de quatro municípios do Acre (Figura 10) que expandiram sua rede viária independente da sua ligação terrestre com essas vias, tendo aporte de recursos advindos por via fluvial.

Ao longo dos 36 anos analisados, o crescimento das estradas acreanas foi bastante expressivo, acima dos 400% no acumulado em km e 1.290% nos trechos. Tal fato pode ser explicado pelo aumento da demanda de recursos e terras para uma população crescente, e por consequência uma maior ocupação territorial, utilizando-as como mecanismo para acessar os recursos, através de estradas geralmente não-oficiais ou rurais, que em sua grande parte são construídas por agentes privados (BRANDÃO JR; SOUZA JR., 2006). A população acreana cresceu entre 1991-2010 em torno de 75% no acumulado, considerando os censos demográficos de 1991 e 2010, porém considerando a projeção populacional do IBGE para 2020, o crescimento é de mais de 114% ao que se tinha em 1984, ou seja, em menos de 40 anos a população mais que dobrou, e as estradas acompanharam em parte esse crescimento (IBGE, 2022a e 2022b).

Durante o mesmo período, o Acre teve um crescimento considerável na quantidade de cabeças de gado (SIDRA, 2023). Não existem dados científicos que comprovem uma relação direta entre o aumento das estradas e os rebanhos no Acre, entretanto, o fato de ter o ano de 1985 como um expoente das estradas pode estar atrelado ao aumento expressivo de cabeças de gado que houve no ano de 1984, sendo o maior valor anual de gado registrado até 1996. Essa relação pode ser explicada pelo fato de que pelo maior aporte de cabeças de gado, novas áreas

precisaram ser destacadas para os rebanhos, sendo construídas vias de acesso a essas áreas, sendo visualizadas apenas no ano seguinte.

Considerando o acumulado no período, observa-se que as estradas estão em amplo crescimento linear, porém tendo média de crescimento anual (4,9% ano⁻¹) menor do que apontado por Nascimento et al. (2021), que encontrou média por volta de 5,9% ano⁻¹. Isso se explica pelo fato de o autor ter trabalhado com uma série temporal recente, de 2007 a 2017, sendo observado neste estudo que nos anos recentes, após 2005, o surgimento de estradas é maior do que em outros períodos da série histórica, sendo compreensível uma taxa anual mais elevada.

O ano de 2006 foi caracterizado por um intenso aparecimento de estradas, o maior valor da série histórica, que pode ter possível ligação com a intensa estação seca ocorrida no ano de 2005. Neste ano teve o menor índice pluviométrico dos últimos 40 anos na região (INPE, 2023a), com estiagens severas em todos os meses do ano, e por tal, pode ter influenciando diversas ações ambientais negativas sobre o sudoeste amazônico. Períodos anuais de verão historicamente são utilizados para execução de projetos de infraestrutura na Amazônia, assim, com um verão mais seco e por um grande período de tempo como ocorrido no ano de 2005, ajudou no aparecimento e estruturação de várias estradas.

O ano de 2019 também teve quantidades significativas de estradas criadas, mas diferente dos anos de 1985 e 2005, uma das possíveis causas desse pico de estradas é por ter maior relações com causas políticas. Este ano marcou o início do governo de Jair Bolsonaro (PL), que teve um retrocesso na política ambiental em toda a Amazônia (FEARNSIDE, 2019), com evidentes impactos ambientais negativos (RAMOS, 2021). No ano de 2019 teve também o maior valor de desmatamento desde do ano de 2004 no Acre, com aumentos de 150% em relação ao ano anterior (INPE, 2023b). Da mesma forma, este ano foi o maior ano de queimadas no Acre desde do ano de 2010, com aumentos de 172% em relação ao ano anterior (MAPBIOMAS, 2022b).

Desta forma, é possível considerar os aspectos econômicos, climáticos e políticos, além dos fatores geoambientais, como importantes na abertura de estradas no Acre. Quando um desses três fatores se sobressaem em um ano, causa picos extremos de abertura de estradas, sendo os aspectos climáticos mais significativos que os aspectos políticos, e por sua vez esses últimos são mais importantes que os aspectos econômicos, nesta ordem.

A proximidade com a capital do estado é possivelmente um impulsionador para o ranqueamento atual das estradas acreanas, visto que os primeiros municípios do ranking de estradas estão localizados próximos a Rio Branco. Uma exceção é o município de Brasiléia, que não faz fronteira terrestre com o município de Rio Branco, mas está na fronteira Acre-Bolívia, indicando que não somente as variáveis político-nacional são importantes, mas também o componente internacional é importante no processo de abertura de estradas no território amazônico.

Similarmente, a influência das grandes rodovias federais do Acre (BR-364 e BR-317), podem ter contribuído para uma elevada quantidade de estradas nesses municípios em destaque. A região do extremo leste do Acre é cortada de norte a sul pelas rodovias federais, o que pode ter influência no processo de colonização e construção de estradas secundárias a partir destas, fazendo com que os municípios do leste do Acre tenham uma grande densidade de estradas por km².

É importante destacar que o município de Cruzeiro do Sul possui uma elevada quantidade de estradas, porém essas não são tão extensas quanto as dos municípios do leste do estado, tendo possivelmente diferenças nos seus propósitos ou dificuldades na sua construção e manutenção.

Quanto as categorias fundiárias, grande parte dos anos significativos de estradas são recentes para todas as áreas. O fato de termos mais estradas nos projetos de assentamento do que em outras categorias fundiárias, levando em consideração as correlações inferidas neste estudo, abrem questionamentos sobre a forma de implementação dos programas em áreas de assentamento pelo INCRA, apesar de sua importância fundamental no estabelecimento de pessoas. Para Albuquerque et al. (2004), grande parte dos assentamentos amazônicos possuem atividades de alto impacto ambiental, como a agricultura tradicional de corte e queima e à exploração madeireira sem estudo prévio. Segundo Brandão e Souza Jr (2013), os assentamentos contribuem para o desmatamento amazônico, a uma taxa quatro vezes maior que comparado à taxa média de desmatamento na Amazônia. Neste mesmo estudo, em 43% dos assentamentos, foram encontrados mais de 75% das áreas desmatadas.

A presença de Terras Indígenas e Unidades de Conservação, efetivamente, reduzem as quantidades de estradas em seus territórios, tendo os menores valores dentre todas as categorias fundiárias do Acre. Entretanto, essas áreas vêm crescendo suas redes de estradas nos anos mais recentes, principalmente na Resex Chico

Mendes (RCM). Algumas literaturas relatam uma mudança no padrão de estabelecimento de atividades por parte dos moradores da Chico Mendes, sendo criadas grandes quantidades de áreas de pastagens, o que paradoxalmente é contrário ao próprio objetivo de criação da Resex, que visava inicialmente a defesa da floresta pelos seringueiros quanto as atividades agropecuárias dentro desse território (MASCARENHAS, 2018; FITTIPALDY, 2021). Segundo MASCARENHAS et. al 2018, o desmatamento dentro da Resex Chico Mendes é causado principalmente pela ampliação da infraestrutura de ramais (estradas vicinais de terra), que possuem forte influência rodovia federal BR-317. Segundo Melo (2022), existe uma correlação significativa entre a quantidade de estradas e os desmatamentos dentro da RCM ($R = 0,77$; $p < 0,001$), com 80% de todo o desmatamento a cerca de 5 km de distância dessas vias.

Os projetos de assentamentos acreanos são efetivamente os grandes vetores da expansão de estradas no Acre. As quatro áreas que estão no topo do ranking de estradas (PA Pedro Peixoto, PAD Boa Esperança, PAD Santa Luzia e PAD Humaitá) foram estabelecidas logo no início do processo de “conquista” da Amazônia pelo governo militar, nas décadas de 70 e 80 (LUCHIARI, 1986). São áreas antigas que possuem uma extensa quantidade de estradas em seus territórios, estabelecendo conexões com as grandes rodovias federais do Acre. É importante destacar que em nenhum outro Projeto de Assentamento se observa tantas estradas quanto no PA Pedro Peixoto, tendo mais de 2x o valor do crescimento acreano.

Vemos nas áreas particulares algo similar com o que acontece nos PAs, com as áreas do leste do estado liderando o ranking de estradas. A maior área, AP 10, faz fronteira com o PA Pedro Peixoto, porém diferente do PA que possui grande quantidade de trechos de estradas consolidadas, na AP vemos uma grande quantidade de trechos de estradas acrescidas, mas com valores similares ao crescimento acreano.

A Resex Chico Mendes, o PA Pedro Peixoto e a Área Particular AP10 representam cerca de $\frac{1}{4}$ das estradas existentes em todo o Acre, sendo que suas áreas somadas representam pouco mais de 10% do território acreano. São áreas que amplamente se destacaram durante todo o período, e que deveriam ter maior atenção por parte do governo Federal e Estadual, no tocante as questões ambientais.

De fato, existe uma relação entre todas as variáveis a nível municipal, com diferentes graus de correlação. A maior correlação foi encontrada sobre

desmatamentos e queimadas (0,71 Spearman), sendo condizente com o relatado por Silva et al. 2021 para o Acre (0,74 Spearman), levemente mais alta, que possivelmente pode ter relação com a utilização de anos recentes (2016-2019).

Quanto as estradas e desmatamentos, existe uma correlação moderada (0,42 Spearman), que é metade do valor encontrado por Nascimento et al. 2021 para o Acre (0,88 Spearman), que pode estar relacionado ao período de análise dos autores, bem mais recente em comparação a este estudo. Assim, nos anos mais recentes a correlação estradas e desmatamentos é mais expressiva. Segundo Barni et al. 2012, a relação estradas-desmatamentos é mais fraca à medida que se distancia das estradas, e mais forte à medida que se aumenta a proximidade dessas vias. Fato também relatado por Nascimento et al. (2021) para o Acre.

Quanto as estradas e queimadas foi encontrado uma correlação fraca (0,30 Spearman), que pode indicar que o processo de queima está mais ligado com os usos posteriores da terra do que com a abertura de novas áreas. Assim, as estradas influenciam pouco na queima de uma nova área explorada, mas podem influenciar significativamente nos anos subsequentes a criação destas vias, pois servirão de vetores no processo de degradação ambiental.

7 CONCLUSÃO

As estradas acreanas expandiram consideravelmente no período estudado (1984-2020), sendo notado para os 15 anos recentes (2005-2020) uma maior incidência de aparecimento de novas vias no estado. A partir do ano de 2005, ano de seca extrema no Acre, houve um incremento na abertura de nova estradas.

Dentre os municípios, o que lidera o ranking das estradas é Rio Branco com cerca de 1.000 km comparado a Sena Madureira, que é o segundo colocado. Pelo menos sete municípios estão acima do limite estabelecido de estradas, e pelo menos 11 municípios estão em amplo crescimento. Na categorização das estradas, somente o município de Rio Branco está na categoria Alta, porém, outros municípios merecem atenção, tendo em vista a suas densidades consideráveis de estradas.

Sobre as estradas nas TI e UCs, foi observado que são grandes fatores limitantes da expansão. De todas as UCs, a que tem maior expansão das estradas é a RESEX Chico Mendes, que recentemente vem sendo invadida por novas estradas, e possivelmente também pelo desmatamento associado a estas. Da mesma forma, os Projetos de Assentamentos são as principais áreas que contribuem para os valores de estradas para todo o Acre, sendo dentre as categorias fundiárias a que se destaca.

Algumas das alternativas para mitigar a expansão das estradas seria a criação de novos PAs baseados na criação de Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS) e Projetos de Assentamentos Florestais (PAF) em detrimento de outras modalidades, que poderiam mitigar o avanço dos fatores de degradação nos assentamentos estado, por se basear na agricultura familiar, extrativismo vegetal, manejo múltiplo de recurso e sistemas agroflorestais. Da mesma forma, um maior monitoramento sobre os projetos de assentamentos já criados poderia ser a peça fundamental para o sucesso desses empreendimentos e conseqüente redução do aparecimento de novas vias nessas áreas.

As estradas efetivamente estão relacionadas com os desmatamentos e queimadas, sendo esses três fatores o tripé da degradação do ambiente amazônico. As estradas são o principal vetor de controle, uso e ocupação do território, e demais

estudos são necessários para entender os processos de perda e modificação da biodiversidade, antes e após a abertura dessas vias, e posteriormente seus usos como vetores de ocupação.

Por fim, é válido uma reflexão sobre o avanço das estradas acreanas, caso tenhamos por volta de 400% de aumento, tal qual tivemos nos 36 anos analisados, em 2056 estima-se uma quantidade de ~100 mil km de estradas. Tal estimativa seria algo catastrófico, porém palpável, visto que o Acre possui terras suficientes para essa expansão, principalmente na região central e oeste, regiões hoje pouco habitadas. Portanto, as decisões sociais e governamentais tomadas hoje são de fundamental importância para nosso futuro, e poderão refletir como a situação do Acre estará na segunda metade do século XXI.

REFERÊNCIAS

- ACRE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre: Fase II** (Escala 1:250.000). Rio Branco: SEMA, 2(1), 2010.
- AKOGLU, H. User's guide to correlation coefficients. **Turkish journal of emergency medicine**, 18(3), 91-93, 2018.
- ALBUQUERQUE, F. J. B. DE; COELHO, J. A. DE M. & VASCONCELOS, T. C. As políticas públicas e os projetos de assentamento. **Estudos de Psicologia**, 9 (1): 81-88, 2004.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.; LIMA, A.; ARAI, E. Fires in Amazonia. In: Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin. **Springer Berlin Heidelberg**, p. 301-329, 2016.
- ARAUJO, T. P.; MELLO, F. M. Processamento de imagens digitais: razão entre bandas. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 1, p. 121-131, 2010.
- BARALOTO, C.; ALVERGA, P.; QUISPE, S. B.; BARNES, G.; CHURA, N. B.; DA SILVA, I. B.; CASTRO, W.; DA SOUZA, H.; DE SOUZA MOLL, I. E.; DEL ALCAZAR CHILO, J.; LINARES, H. D.; QUISPE, J. G.; KENJI, D.; MARSIK, M.; MEDEIROS, H.; MURPHY, S.; ROCKWELL, C.; SELAYA, G.; SHENKIN, A.; SILVEIRA, M.; SOUTHWORTH, J.; VASQUEZ COLOMO, G. H.; PERZ, S. Effects of road infrastructure on forest value across a tri-national Amazonian frontier. **Biological Conservation**, 2015.
- BARBER, C. P.; COCHRANE, M. A; SOUZA JR; C. M; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**. n. 177, p. 203 -209, 2014.
- BARNI, P. E.; FEARNSTIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. DE A. Desmatamento no sul do estado de Roraima: padrões de distribuição em função de projetos de assentamento do INCRA e da distância das principais rodovias (BR-174 e BR-210). **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 195–204, 2012.
- BARROS, A.; Veríssimo, A. A expansão madeireira na Amazônia. Impactos e perspectivas para o desenvolvimento do Pará. **Edição Belém: Imazon**, 2002.
- BARROS, C. S. N.; REATEGUE, G. G.; BARBOSA, B. A.; MARCELINO, E. P. N.; COSTA, J. P. O; PEREIRA, C. S. SOUZA, Z. P. SÁNCHEZ, X. J. G. Aspectos gerais sobre as rodovias na Amazônia e sua discussão geopolítica. **Revista Geopolítica Transfronteiriça**, v. 2, n. 1, p. 13-32, 2020.
- BECKER, B. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**, n. 12, p.135-159, 2001.
- BRANDAO JR., A.; SOUZA JR., C. Mapping unofficial roads with Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest. **International Journal of Remote Sensing**. v. 27, n. 1, p. 177- 189, 2006.

BRANDAO JR., A., SOUZA JR., C., RIBEIRO, J.; SALES, M. Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2357-2364, 2007.

BRANDAO JR., A.; SOUZA JR., C. **Desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia**. Disponível em: <<https://imazon.org.br/desmatamento-nos-assentamentos-de-reforma-agraria-na-amazonia/>>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

BUSH, M. B.; SILMAN, M. R.; TOLEDO, M. B.; LISTOPAD, C.; GOSLING, W. D.; WILLIAMS, C.; OLIVEIRA, P. E.; KRISSEL, C. Holocene fire and occupation in Amazonia: records from two lake districts. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 209-218, 2007.

COSTA, F. S.; AMARAL, E. F.; MATTOS, J. C. P.; BARDALES, N. G.; OLIVEIRA, M. V. N. D'; VALENTIM, J. F.; ARAÚJO, E. A.; MELO, A. W. F.; LANI, J. L.; SAMPAIO, L.; CARMO, L. F. Z. **Inventário das Emissões Antrópicas e Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa, 2012.

DE AVILA, S. R. S. Estudo exploratório sobre dinâmica do desmatamento em assentamentos localizados no território portal da Amazônia. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 1, p. 139-152, 2019.

DOUROJEANNI, M. J. Estudio de caso sobre la carretera interoceánica en la amazonía sur del Perú. **Lima: Bank Information Center**, 13, 2006.

ENGESAT. **Landsat 8**. 2013. Disponível em: < <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/>> Acesso em: 10 de nov. de 2021.

ESRI 2011. **ArcGIS Desktop**: release 10.8. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

FEARNSIDE, P.M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. **Ecology and Society**, p. 13:23, 2008.

FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Br-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. **Novos cadernos NAEA**, v. 12, n. 1, p. 19–50, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Retrocessos sob o Presidente Bolsonaro: Um desafio à sustentabilidade na Amazônia. **Sustentabilidade International Science Journal**. Volume 1, Pags. 38-52, 2019.

FEARNSIDE, P.M. A tomada de decisão sobre grandes estradas amazônicas. IN: FEARNSIDE, P.M. (ED.) **Destruição e conservação da floresta amazônica**, v. 1. MANAUS: Editora INPA. 368 p., 2020.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 157-166. 2005.

FERRANTE, L.; E FEARNSIDE, P. M. The amazon's road to deforestation. **Science**, v. 369, 2020.

FIELD, A. P., Miles, J., FIELD, Z. **Discovering statistics using R**. P. 992, 2012.

FITTIPALDY, M. C. P. M. & CASTELO, C. E. F. Há boi pastando, há desmatamento e outras coisas mais: o retrato da resex chico mendes. **CONEXÕES**, Belém, v. 9, n. 2, p. 35-68, jul/dez, 2021.

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2020.

GEE. Disponível em: <<http://code.earthengine.google.com/>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.

IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.

INPE. **Seca na Amazônia em 2005**. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=492>. Acesso em: 05 Julho de 2023a.

INPE. Projeto PRODES (Desmatamentos). Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates>. Acesso em: 06 julho de 2023b.

JENKINS, C. N.; JOPPA, L. Expansion of the global terrestrial protected area system. **Biological Conservation**, v. 142, n. 10, p. 2166–2174, 2009.

KIRBY, K.R., LAURANCE, W.F., ALBERNAZ, A.K., SCHROTH, G., FEARNside, P.M., BERGEN, S., VENTICINQUE, E.M., DA COSTA, C. The future of deforestation in the Brazilian Amazon. **Futures**, v. 38, p. 432–453, 2006.

LAMEIRA, W. J. M; ALMEIDA A. S.; VIEIRA, I. C. G. Síntese de ocupação em estradas não-oficiais na amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 62, 2010.

LAURANCE, W. F., COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNside, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO S.; FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. **Science** 291: 438 – 439, 2001.

LAURANCE, W. F., ALBERNAZ, A. K. M., SCHROTH, G., FEARNside, P. M., BERGEN, S., VENTICINQUE, E. M.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, v.29, p.737–748, 2002.

LUCHIARI, A.; KUX, H. J. H. Avaliação das imagens do TM-Landsat para orientar a implantação de projetos de colonização no Estado do Acre. **Geografia (Rio Claro)**, v. 11, n. 22, p. 83-94, out. 1986. Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/6qtX3pFwXQZ3r59YD6/GNAmF>>.

LUI, G. H; MOLINA, S. M. G. Ocupação humana e transformação das paisagens na Amazônia brasileira. **Amazônica**, v.1, p. 200 -228, 2009.

MALFAIA, G. C. O futuro da cadeia produtiva da carne bovina brasileira: uma visão para 2040. Relatório técnico. **Centro de Inteligência da Carne Bovina. Embrapa Gado de Corte**. Campo Grande, 2020.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**. Disponível em: < <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022a.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual das Cicatrizes de Fogo no Brasil** Disponível em: <<https://mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-fogo>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022b.

MASCARENHAS, F. S., BROWN, I. F., SILVA, S. S. Desmatamento e incêndios florestais transformando a realidade da Reserva Extrativista Chico Mendes. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 48, Edição especial: 30 Anos do Legado de Chico Mendes, p. 236-262, novembro 2018.

MAY, P. H. Dilema da privatização: efeitos distributivos das mudanças no direito de propriedade sobre recursos extrativistas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 27, n. 4, p. 367-389, 2019.

MEIRELLES FILHO, J. C. S. É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 9, n. 1, p. 219-241, jan.-abr. 2014.

NASCIMENTO, E. D. S.; SILVA, S. S. D.; BORDIGNON, L.; MELO, A. W. F. D.; BRANDÃO JR., A.; SOUZA JR., C. M.; SILVA JUNIOR, C. H. L. **Roads in the Southwestern Amazon, State of Acre, between 2007 and 2019**. *Land*, v 10, 2021.

NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A; CAPOBIANCO, J. B.; BISHOP, J; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P. e SILVA, U. L. Road Paving, Fire Regime Feedbacks, and the Future of Amazon Forests. **Forest Ecology and Management**, v. 5524, p. 1-13, 2001.

NETO, T. O. As rodovias na Amazônia: uma discussão geopolítica. **Confins**, v. 501, 2019.

OLIVEIRA, L. D.; CUNHA, A. C.; COSTA, A. C. L.; COSTA, R. F. Sazonalidade e interceptação da chuva na Floresta Nacional em Caxiuanã-Amazônia Oriental. **Scientia Plena**, v. 7, n. 10, p. 1-14, 2011.

PERZ, S. G.; SOUZA JR.; C.; ARIMA, E.; CALDAS, M.; BRANDÃO JR., A.; SOUZA, K.; WALKER, R. O dilema das estradas não-oficiais na Amazônia. **Ciência Hoje**. v. 37, n. 222, p. 56-58, 2005.

PERZ, S. G, CABRERA, L., CARVALHO, L. A. Regional integration and local change: road paving, community connectivity, and social–ecological resilience in a tri-national frontier, southwestern Amazonia. **Regional Environ Change**, 12, 35–53, 2012.

PFAFF, A. What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data. **Jornal of Environmental Economics and Management**, 37, p. 26-43, 1999.

PFAFF, A.; BARBIERI, A. LUDEWINGS, T.; MERRY, F.; PERZ, S.; REIS, E. Impactos de estradas na Amazônia Brasileira. **Amazonia and Global Change Geophysical Monograph**, p. 23, 2009.

PLANET. **Satellite Imagery Archive**. Disponível em: <<https://www.planet.com>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.

RAMOS, A. The Amazon under Bolsonaro. **Aisthesis**, Santiago, n. 70, p. 287-310, dic. 2021.

SANTOS, T. O.; FILHO, V. S. A.; ROCHA, V. M.; MENEZES, J. S. The impacts of deforestation and burning of anthropogenic climate of the Brazilian Amazon: A review. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.

SICAR. **Cadastro Ambiental Rural do Estado do Acre**. Disponível em: <<http://www.car.ac.gov.br/#/>> Acesso em: 03 julho de 2023.

SIDRA. **Tabela: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 05 julho de 2023.

SILVA, M; NASCIMENTO, P.G; COUTINHO, A.C. A transformação do espaço amazônico e seus reflexos na condição atual da cobertura e uso da terra. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 229-248, 2013.

SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G., DIAZ, M. D. C. V., RIVERO S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. **Blackwell Publishing**, 2004.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, v. 440, p. 520-523, 2006.

SOUZA A. A. A.; PONTES, A. N.; ADAMI, M.; NARVAES, I. S. A contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no sudoeste paraense. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 69, Edição Especial Geotecnologias e Desastres Naturais, p. 1833-1846, 2017.

SOUZA JR, C.; BRANDÃO JR A.; ANDERSON A.; VERRÍSSIMO, A. Avanço das estradas endógenas na Amazônia. **Amazônia em Foco**. Manaus, Imazon, 2004.

THALER, G. M.; VIANA, C.; TONI, F. From frontier governance to governance frontier: The political geography of Brazil's Amazon transition. **World Development**, v. 114, p. 59-72, 2019.

TORMAN, V. B. L., COSTER, R., & RIBOLDI, J. Normality of variables: diagnosis methods and comparison of some nonparametric tests by simulation. **Clinical and Biomedical Research**, 32(2), 2012.

USGS. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 28 fevereiro 2022.

VILELA, T.; HARB, A. M.; BRUNER, A.; ARRUDA, V. L. S.; RIBEIRO, V.; ALENCAR, A. A. C., GRANDEZ, A. J. E.; ROJAS, A.; LAINA, A.; BOTERO, R. A better Amazon road network for people and the environment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 117, p. 7095-7102, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela das quantidades médias, máximas e desvios das estradas em 1984 e do período de 1985-2020, nos Projetos de Assentamento acreanos.

TI/Anos	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
PA Pedro Peixoto	716.09	896	77	416	9.29	2.15	49.56	16.65	9.17	2.11
PAD Boa Esperança	116.76	346.22	14	144	8.34	2.4	28	13.61	8	2.35
PAD Santa Luzia	92.06	230.23	8	121	11.5	1.9	26.28	9.95	9.41	1.76
PAD Humaitá	164.03	143.44	17	62	9.64	2.31	23.08	12.91	5.89	2.52
PAD Quixadá	92.8	156.24	12	62	7.73	2.52	27.28	12.43	7.2	2.09
PAR Mario Lobão	62.41	182.04	7	93	8.91	1.95	33.07	6.87	10.66	1.36
PA Berlim Receio	0	170.33	0	76	0	2.24	0	9.23	0	1.69
PAE Porto Dias	0	166.62	0	60	0	2.77	0	12.88	0	2.81
PAE Remanso	0.16	164.05	1	65	0.16	2.52	0.16	17.1	0	2.71
PA São Pedro	0	163.06	0	73	0	2.23	0	11.85	0	2.53
PA General Moreno Maia	12.08	139.83	2	55	6.04	2.54	9.5	12.64	3.46	2.56
PA Santa Quitéria	45.96	104.46	2	67	22.98	1.55	38.79	13.77	15.81	1.79
PA Parana dos Mouras	0	138.15	0	70	0	1.97	0	6.69	0	1.38
PA Triunfo	38.89	97.84	1	52	38.89	1.88	38.89	6.82	0	1.35

	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
TI/Anos	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
PA Figueira	14.48	110.69	1	38	14.48	2.91	14.48	10.59	0	2.88
PDS Jamil Jerensat	1.72	97.46	1	43	1.72	2.26	1.72	12.04	0	2.18
PA Orion	0	97.14	0	31	0	3.13	0	10.93	0	2.88
PA Tocantins	0	86.74	0	26	0	3.33	0	14.42	0	2.97
PA Carao	9.54	75.77	1	40	9.54	1.89	9.54	8.54	0	1.76
PA João do Balancão	14.9	69.38	1	33	14.9	2.1	14.9	7.54	0	2
PDS Porto Luiz I	0	78.08	0	35	0	2.23	0	10.17	0	2.39
PA Caqueta	0	77.63	0	31	0	2.5	0	9.51	0	2.17
PA Tarauaca	5.11	69.98	1	27	5.11	2.59	5.11	8.84	0	2.34
PAE Riozinho	0	72.45	0	16	0	4.52	0	11.09	0	3.16
PAE Chico Mendes	6.91	65.19	1	20	6.91	3.25	6.91	9.76	0	2.68
PA Favo de Mel	0	71.46	0	24	0	2.97	0	8.96	0	2.33
PA São Gabriel	2.54	64.91	1	40	2.54	1.62	2.54	7.99	0	1.62
PA Alcobras	8.28	54.41	2	25	4.14	2.1	8.11	6.99	3.97	1.53
PAR Aleluia	9.56	50.11	2	23	9.56	2.17	9.56	5.13	0	1.58
PA Três de Maio	0	59.59	0	31	0	1.92	0	7.92	0	1.57
PA Novo Destino	0.52	58.36	1	17	0.52	3.43	0.52	15.85	0	3.71
PA Pao de Acucar	0	51.47	0	27	0	1.9	0	7.07	0	1.81

	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985 - 2020			1984	1985 - 2020			1984	1985 - 2020
PA Caqueta Beira do Rio I	0	50.79	0	12	0	4.23	0	8.8	0	2.43
PA Amonia I	0	48.4	0	18	0	2.68	0	9.82	0	2.2
PA Liberdade	9.95	37.59	1	18	9.95	2	9.95	5.38	0	1.42
PA Espinhara II	20.88	26.56	3	21	6.96	1.26	11.07	2.89	4.25	0.63
PDS Bonal	17.93	29.07	10	10	1.79	2.9	3.52	7.99	1.29	2.45
PA Envira	0	45.53	0	22	0	2	0	9.3	0	2.45
PA Nazare	0	44.42	0	17	0	2.61	0	8.8	0	1.8
PA Santo Antônio do Peixoto	3.02	40.52	1	17	3.02	2.38	3.02	12.35	0	2.82
PA Benfica	0	43.43	0	19	0	2.28	0	7.72	0	1.83
PA Baixa Verde	5.89	35.74	2	10	2.94	3.57	4.4	0.04	1.45	3.23
PA Oriente	0	40.69	0	11	0	3.69	0	6.66	0	2.35
PA Itamaraty	5.2	35	1	12	5.2	2.91	5.2	5.15	0	1.53
PA Joaquim de Matos	0	39.74	0	19	0	2.09	0	5.7	0	1.5
PA Porto Alonso	0	38.69	0	15	0	2.57	0	5.54	0	1.46
PA Boa Água	2.29	35.84	1	25	2.29	1.43	2.29	5.19	0	1.23
PA Cumaru	3.05	32	4	13	0.76	2.46	2.44	10.34	0.97	2.64
PA Zaqueu Machado	7.76	26.63	6	18	1.29	1.47	3.08	4.43	1.03	1.29

	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
TI/Anos	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
PA Joao Batista	0	33.98	0	10	0	3.39	0	7.87	0	1.79
PA Parauassu	3.88	29.72	2	19	1.94	1.54	3.83	5.96	1.89	1.40
PA Santa Rosa	0	32.9	0	20	0	1.64	0	4.65	0	1.17
PAE Limoeiro	0	32.76	0	8	0	4.09	0	16.75	0	4.8
PA Tupa	0	32.66	0	10	0	3.26	0	5.89	0	1.73
PA Equador	0	31.68	0	9	0	3.52	0	9.97	0	2.49
PA Petrolina	0	31.43	0	17	0	1.84	0	3.88	0	1.01
PAE Porto Rico	0	29.74	0	12	0	2.47	0	8.3	0	2.49
PAF Valencia	0	29.14	0	6	0	4.85	0	8.29	0	2.89
PA Três Meninas	0	28.07	0	11	0	2.55	0	6.66	0	1.68
PAF Havai	0	26.68	0	10	0	2.66	0	5.36	0	1.33
PA Arco Iris	0	24.72	0	10	0	2.47	0	7.92	0	2.32
PAE Barreiro	0	24.37	0	7	0	3.48	0	6.43	0	1.77
PDS Nova Esperança	0	24.32	0	9	0	2.7	0	6.43	0	2
PAF Providencia Capita	0	23.57	0	6	0	2.91	0	11.07	0	3.27
PA Pedro Firmino	0	23.14	0	6	0	3.85	0	10.55	0	3.69
PA Nova Cintra	0	20.96	0	13	0	1.61	0	4.56	0	1.4
PA Pavao	0	19.8	0	10	0	1.98	0	7.6	0	1.93
PA Uirapuru	0	18.07	0	10	0	1.15	0	4.29	0	1.15

	Comprimento (km)		Trechos	Média (km)		Max (km)	Desvio padrão			
	1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		
PA Colibri	0	16.94	0	5	0	3.38	0	7.87	0	2.61
PA São Domingos	0	16.8	0	16	0	1.05	0	2.47	0	0.68
PA Minas	0	16.68	0	9	0	1.85	0	5	0	1.58
PA Adalberto Santiago	0	15.22	0	9	0	1.69	0	4.44	0	1.23
PA Limeira	0.91	14.14	1	10	0.91	1.41	0.91	3.88	0	1.22
PA Narcisio Assuncao	0	14.9	0	8	0	1.86	0	3.28	0	1.15
PA Porto Acre	0	13.78	0	5	0	2.75	0	9.59	0	3.46
PA Espinhal	5.39	8.22	1	6	5.39	1.37	5.39	2.75	0	0.83
PAE Barreiro II	0	13.49	0	4	0	3.37	0	6.43	0	2
PA Fortaleza	0	11.66	0	6	0	1.94	0	3.81	0	0.93
PA Envira	2.88	6.24	4	7	0.72	0.89	1.33	2.53	0.42	0.69
PA Amonia II	0	8	0	3	0	2.66	0	4.49	0	1.3
PA Vitoria	0	8	0	8	0	1	0	2.85	0	0.89
PA Limeira II	0	7.98	0	4	0	1.99	0	3.63	0	1.12
PA Iucatan	0.57	6.83	1	8	0.57	0.85	0.57	1.42	0	0.41
PE Polo Agroflorestal de Brasília	0.26	7.14	1	8	0.26	0.89	0.26	2.68	0	0.71
PA São Gabriel	0	7.19	0	4	0	1.79	0	2.08	0	0.45

	Comprimento (km)		Trechos	Média (km)		Max (km)	Desvio padrão			
	1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		
PA Tracua	0	7.07	0	1	0	7.07	0	7.07	0	0
PA Amena	0	7.05	0	4	0	1.76	0	5.17	0	1.99
PA Caqueta Beira do Rio II	0	6.73	0	3	0	2.24	0	4.04	0	1.28
PA Vista Alegre	0	6.67	0	5	0	1.33	0	3.38	0	1.11
PA Taquari	0	6.46	0	3	0	0.65	0	5.19	0	2.14
PE Polo Agroflorestal Elias Moreira	2.54	3.9	1	4	2.54	0.97	2.54	1.88	0	0.67
PA Castelo	2.07	4.32	1	6	2.07	0.72	2.07	2.24	0	0.73
PCA Geraldo Fleming	0	5.59	0	5	0	1.11	0	1.96	0	0.48
PA Limeira III	0	5.32	0	6	0	0.88	0	1.93	0	0.56
PE Polo Agroflorestal de Wilson	0	4.85	0	6	0	0.8	0	1.57	0	0.48
PE Polo Agroflorestal de Rodrigues Alves	1.69	2.96	1	6	1.69	0.49	1.69	1.12	0	0.35
PCA Casulo Geraldo Mesquita	0	4.64	0	5	0	0.92	0	1.68	0	0.54
PDS Francisco Pimentel	0	4.55	0	4	0	1.13	0	1.96	0	0.68
PE Polo Agroflorestal de	0	4.54	0	3	0	1.51	0	2.46	0	0.76

	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
TI/Anos	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
Mancio Lima										
PE Polo Agroflorestal de Feijó	0	4.27	0	6	0	0.71	0	1.57	0	0.52
PA Princesa	0	4.25	0	1	0	4.25	0	4.25	0	0
PA Polo Agroflorestal Xapuri II	0	4.09	0	7	0	0.58	0	0.97	0	0.34
PAE Canary	0	4.04	0	2	0	2.02	0	3.93	0	1.91
PCA Casulo Helio Pimenta	1.32	2.54	2	3	0.66	0.84	1.05	1.45	0.39	0.6
PE Polo Agroflorestal de Xapuri	0.48	2.69	1	3	0.48	0.89	0.48	1.55	0	0.46
PE Polo Agroflorestal Dom Moacyr	0.56	2.3	1	4	0.56	0.57	0.56	1.29	0	0.44
PE Polo Agroflorestal de Cruzeiro do Sul	0.13	2.71	1	4	0.13	0.67	0.13	0.81	0	0.12
PDS São Salvador	0	2.57	0	1	0	2.57	0	2.57	0	0
PE Polo Agroflorestal de Leiteiro do porto Alegre	1.87	0	1	0	1.87	0	1.87	0	0	0
PE Polo Agroflorestal de Epitaciolândia	0.28	1.35	1	2	0.28	0.67	0.28	0.77	0	0.09

	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
TI/Anos	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
PA Porto Luiz II	1.58	0	1	0	1.58	0	1.58	0	0	0
PAE Cruzeiro do Vale	0	1.55	0	1	0	1.55	0	1.55	0	0

APÊNDICE B – Tabela das quantidades médias, máximas e desvios das estradas em 1984 e do período de 1985-2020, nas Áreas Particulares acreanas.

AREAS PARTICULARES (ID)	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
1	1.06	0	1	0	1.06	0	1.06	0	0	0
2	0	6.74	0	5	0	1.34	0	2.68	0	1.16
3	0.35	6.66	1	3	0.35	2.22	0.35	2.85	0	0.69
4	0	102.51	0	45	0	2.27	0	10.18	0	1.87
5	0	6.83	0	3	0	2.27	0	3.44	0	0.86
6	19.7	129.19	2	54	9.85	2.39	19.43	11.57	9.58	2.18
7	1.63	7.9	3	6	0.54	1.31	1.5	3.11	0.67	1.04
8	24.78	109.71	5	50	4.95	2.19	9.93	5.3	2.78	1.39
9	9.54	29.54	1	16	9.54	1.84	9.54	5.29	0	1.52
10	405.18	1726.08	68	776	5.95	2.22	92.92	20.57	12.48	2.02
11	7.51	0	3	0	2.5	0	3.84	0	1.72	0
12	0	15.72	0	10	0	1.57	0	4.02	0	0.96
13	0.25	9.1	1	5	0.25	1.82	0.25	5.58	0	1.97
14	0	8.86	0	6	0	1.47	0	3.55	0	1.16
15	0.89	36.27	1	20	0.89	1.81	0.89	3.96	0	1.25
16	6.03	48.41	2	23	3.01	2.1	4.58	7.28	1.56	1.49
17	0	1.45	0	2	0	0.72	0	0.78	0	0.05

AREAS PARTICULARES (ID)	Comprimento (km)		Trechos		Média (km)		Max (km)		Desvio padrão	
	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020	1984	1985 - 2020
18	0	0.37	0	1	0	0.37	0	0.37	0	0
19	1.45	3.22	1	2	1.45	1.61	1.45	2.17	0	0.56
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	13.09	0	10	0	1.3	0	2.69	0	0.67
24	0	7.02	0	1	0	7.02	0	7.02	0	0
25	0	0.02	0	1	0	0.02	0	0.02	0	0
26	0	0.81	0	3	0	0.27	0	0.39	0	0.14
27	0	3.27	0	1	0	3.27	0	3.27	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	21.09	0	11	0	1.91	0	5	0	1.41
30	0	1.62	0	2	0	0.81	0	1.56	0	0.75
31	0	10.74	0	7	0	1.53	0	3.43	0	1.02
32	0	3.73	0	3	0	1.24	0	2.5	0	0.89
33	2.76	0.26	1	1	2.76	0.26	2.76	0.26	0	0
34	0	1.69	0	2	0	0.84	0	0.96	0	0.11
35	0	3.36	0	2	0	1.68	0	2.34	0	0.66
36	0	15.12	0	5	0	3.02	0	4.96	0	1.33
37	0	3.93	0	3	0	1.31	0	3.82	0	1.77
38	0	2.82	0	1	0	2.82	0	2.82	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	3.91	0	4	0	0.97	0	1.49	0	0.3
42	0.6	54.18	1	27	0.6	2	0.6	12.45	0	2.51

AREAS PARTICULARES (ID)	Comprimento (km)		Trechos	Média (km)		Max (km)	Desvio padrão			
	1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		1984	1985 - 2020		
136	0	41.87	0	11	0	3.8	0	11.42	0	3.25
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	0.54	5.01	1	2	0.54	2.5	0.54	3.36	0	0.85
144	0	2.79	0	2	0	1.39	0	2.65	0	1.25
145	115.25	531.01	19	177	6.06	3	25.46	23.17	7.01	2.66
146	0	94.47	0	41	0	2.3	0	7.78	0	1.76
147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	0	27.41	0	6	0	4.56	0	15.38	0	4.93
149	0.05	4.6	1	3	0.05	1.53	0.05	3.1	0	1.25
150	15.75	180.35	2	101	7.87	1.78	13.43	6.31	5.55	1.35
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	22.33	67.81	4	24	5.58	2.82	8.99	9.72	3.34	2.34
153	0	5.56	0	4	0	1.39	0	2.4	0	0.63
154	0	104	0	61	0	1.7	0	7.46	0	1.59
155	0	11.4	0	6	0	1.9	0	5.26	0	2.2
156	1.2	0.47	1	1	1.2	0.47	1.2	0.47	0	0
157	1.41	3.22	1	1	1.41	3.22	1.41	3.22	0	0
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	2.55	2.8	1	3	2.55	0.93	2.55	2.57	0	1.15
160	0	4.16	0	3	0	1.38	0	3.1	0	1.23