

## ESTRADAS RURAIS: ELEMENTOS GEOGRÁFICOS PRESENTES NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BORECAIA, EM NOVA NAZARÉ-MT

**Marcelo Pereira de Souza<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Jataí (UFJ)  
Jataí, GO, Brasil



**Márcia Cristina da Cunha<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Jataí (UFJ)  
Jataí, GO, Brasil



Enviado em 25 jun. 2024 | Aceito em 2 dez. 2024

**Resumo:** Os elementos da paisagem são vulneráveis a ações antrópicas e naturais, e é papel dos geógrafos incluir as estradas rurais nas análises, visto que esse é um dos elementos presentes no seu campo de atuação e tem importância significativa para a comunidade. Assim é imprescindível compreender a dinâmica das estradas rurais, analisando se essas dinâmicas estão ou não associadas à manutenção e à conservação dessas estradas. Levando em consideração esses aspectos, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar o estado de conservação das estradas rurais do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Borecaia, Nova Nazaré-MT, Brasil, numa perspectiva ambiental com diagnóstico e prognóstico ambiental. Para essa caracterização, foram realizados trabalhos empíricos com observação em campo em dois períodos, um menos chuvoso e um chuvoso. Ao todo foram selecionados seis pontos distribuídos na bacia para a caracterização. A avaliação do estado de conservação das estradas foi realizada com auxílio de trena, máquina fotográfica e caderneta para anotação. Os mapas foram gerados nos softwares ArcGIS e Google Earth PRO. Como resultado, as estradas apresentaram vários problemas na faixa de rolamento, como compactação, ravinamento, ausência de drenagem e caixas de infiltração inativas. Desse modo, conclui-se que as estradas necessitam de manutenção periódica para o bom funcionamento, correção da seção transversal da via; implantação e manutenção de dispositivos de drenagem, além de utilização de técnicas vegetativas.

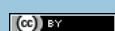
**Palavras-chave:** Manutenção, Circulação, Degradação.

### RURAL ROADS: GEOGRAPHICAL ELEMENTS PRESENT IN LOW COURSE OF THE BORECAIA RIVER BASIN, IN NOVA NAZARÉ-MT

**Abstract:** The elements of the landscape are vulnerable to anthropic and natural actions, and it is the role of geographers include rural roads in the analyses, since this is one of the elements present in his field of action and it has significant importance to the community. So it is essential to understand the dynamics of rural roads, analyzing whether or not these d Taking these aspects into consideration, the objective of this research was to characterize the conservation status of rural roads in the lower course of the Borecaia River basin, Nova Nazaré-MT, Brazil, from an environmental perspective with environmental diagnosis and prognosis. For this characterization, empirical work was carried out with field observation in two periods, one less rainy and one rainy. In total, six points distributed in the basin were selected for characterization. The evaluation of the conservation status of the roads was carried out with the aid of a tape measure, camera and notebook for notes. The maps were generated in ArcGIS and Google Earth PRO software. As a result, the roads presented several problems in the travel lane, such as compaction, ravines, lack of drainage and inactive infiltration boxes. Thus, it is concluded that the roads require periodic maintenance for proper functioning, correction of the cross section of the road; implementation and maintenance of drainage devices, in addition to the use of vegetative techniques. Dynamics are associated with maintenance and the conservation of these roads.

**Keywords:** Maintenance, Circulation, Degradation.

1. Mestre em Geografia, pela Universidade Federal de Jataí-UFJ. Atualmente é Professor Efetivo da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Mato Grosso. E-mail: marceloaguaboa@hotmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-7902-4867>.
2. Professora Doutora Adjunto, curso de Geografia, Universidade Federal de Jataí-UFJ. E-mail: [marcia1cunha@ufj.edu.br](mailto:marcia1cunha@ufj.edu.br). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2307-7858>.



## CARRETERAS RURALES: CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS EN EL CURSO BAJO DE LA CUENCA DEL RÍO BORECAIA EN NOVA NAZARÉ-MT

**Resumen:** Los elementos del paisaje son vulnerables a las acciones antropogénicas y naturales, y es función de los geógrafos incluir las carreteras rurales en sus análisis, ya que se trata de uno de los elementos presentes en su campo de trabajo y de gran importancia para la comunidad. Por lo tanto, es fundamental comprender la dinámica de las carreteras rurales, analizando si esta dinámica está o no asociada al mantenimiento y conservación de estas carreteras. Teniendo en cuenta estos aspectos, el objetivo de esta investigación fue caracterizar el estado de conservación de las carreteras rurales en el tramo inferior de la cuenca del río Borecaia, Nova Nazaré-MT, Brasil, desde una perspectiva ambiental con un diagnóstico y pronóstico ambiental. Para esta caracterización, se realizó un trabajo empírico con observaciones de campo en dos períodos, uno menos lluvioso y otro lluvioso. Un total de seis puntos fueron seleccionados en toda la cuenca para la caracterización. El estado de conservación de las carreteras se evaluó utilizando una cinta métrica, una cámara fotográfica y un cuaderno de notas. Los mapas se generaron utilizando los programas ArcGIS y Google Earth PRO. Como resultado, las carreteras presentaban diversos problemas en la calzada, como compactación, cárcavas, falta de drenaje y arquetas de infiltración inactivas. Por lo tanto, se puede concluir que las carreteras necesitan un mantenimiento periódico para funcionar correctamente, corrigiendo la sección transversal de la carretera, instalando y manteniendo dispositivos de drenaje y utilizando técnicas vegetativas.

**Palabras clave:** Mantenimiento, Circulación, Degradación.



## Introdução

As estradas rurais têm importância para a sociedade, a economia e o ambiente, e são compreendidas como elementos geográficos presentes nas paisagens rurais que permitem o deslocamento de pessoas, veículos e animais, contribuindo, assim, com as necessidades básicas de uma sociedade, sendo relevantes no desempenho do papel socioeconômico. Nesse sentido, este estudo foi realizado no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Borecaia-MT, Brasil, onde a bacia hidrográfica possui ao todo 951,12 km de estradas rurais, o que corresponde a 89,8% da malha viária total.

Essas vias, segundo Oliveira *et al.*, (2011), são utilizadas para deslocar produções agrícolas, e é por elas que as populações rurais se deslocam aos centros urbanos em busca de comércio, lazer, educação, saúde e trabalho. Asher e Novosad (2019) acrescentam que a construção dessas estradas está associada ao crescimento econômico agrícola e não agrícola, pois a insuficiência rodoviária é um dos maiores obstáculos para um desenvolvimento rural rápido. Rezende e Coelho (2015) confirmam a grande relevância das estradas para o crescimento econômico e social.

De todo modo apesar da importância que as estradas representam para a locomoção da população local e o desenvolvimento socioeconômico, existe uma lacuna nas pesquisas em relação ao estado de conservação em que pouco se sabe ainda sobre os seus efeitos nas áreas rurais. Muitas vezes os recursos financeiros aplicados para práticas de conservação de estradas não são igualmente aplicados variando de uma região para outra por conta da utilidade que esta representa para a região (CUNHA; SANTOS; CRUZ, 2014; SOUZA e CUNHA, 2022). Assim, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar o estado de conservação das estradas rurais, numa perspectiva ambiental.

Em relação à classificação das estradas, elas podem ser classificadas de uma maneira geral em quatro critérios quanto à sua administração: estradas federais, estaduais, municipais e particulares. É cabível mencionar seu papel para a sociedade nos âmbitos social, econômico e ambiental, uma vez que sua relevância se estende a áreas rurais, possibilitando a conexão entre áreas agrícolas e as comunidades.

Portanto, as atividades de gerenciamento de estradas rurais são em sua maioria não planejadas e dependentes de táticas improvisadas como a implantação de dissipadores de energia (caixas de infiltração, valas laterais, lombadas, técnicas de proteção vegetal, entre outras). O estudo adequado das estradas rurais ou “estradas vicinais” possibilita a correta manutenção das mesmas se isso for do interesse das autoridades locais, permitindo assim, a correta aplicação do dinheiro público (SOUZA e CUNHA, 2022).

Baucke, Pinheiro e Kaufmann (2019) ressaltam que devido às estradas serem construídas sem um planejamento e com poucas manutenções são passíveis de alta contribuição sedimentológica aos corpos hídricos. Os estudos de Tiecher *et al.*, (2014), que buscavam esclarecer fontes de sedimentos em suspensão em uma bacia hidrográfica, constataram que as estradas rurais, em períodos chuvosos, representam quase 70% da produção de sedimentos na totalidade.

A sociedade moderna tem se preocupado com questões ambientais, tendo em vista que impactos afetam não só o ambiente, mas também os seres que nele habitam. A construção dessas estradas, de acordo com Napolitano Junior (2020) tão importantes para a continuação logística das produções e essenciais para o desenvolvimento econômico das regiões tem que vir junto a um estudo de impacto ambiental e planejamento, já adotando medidas para a mitigação desses impactos (NORA e ZEQUIM 2019, SIQUEIRA *et al.*, 2020).

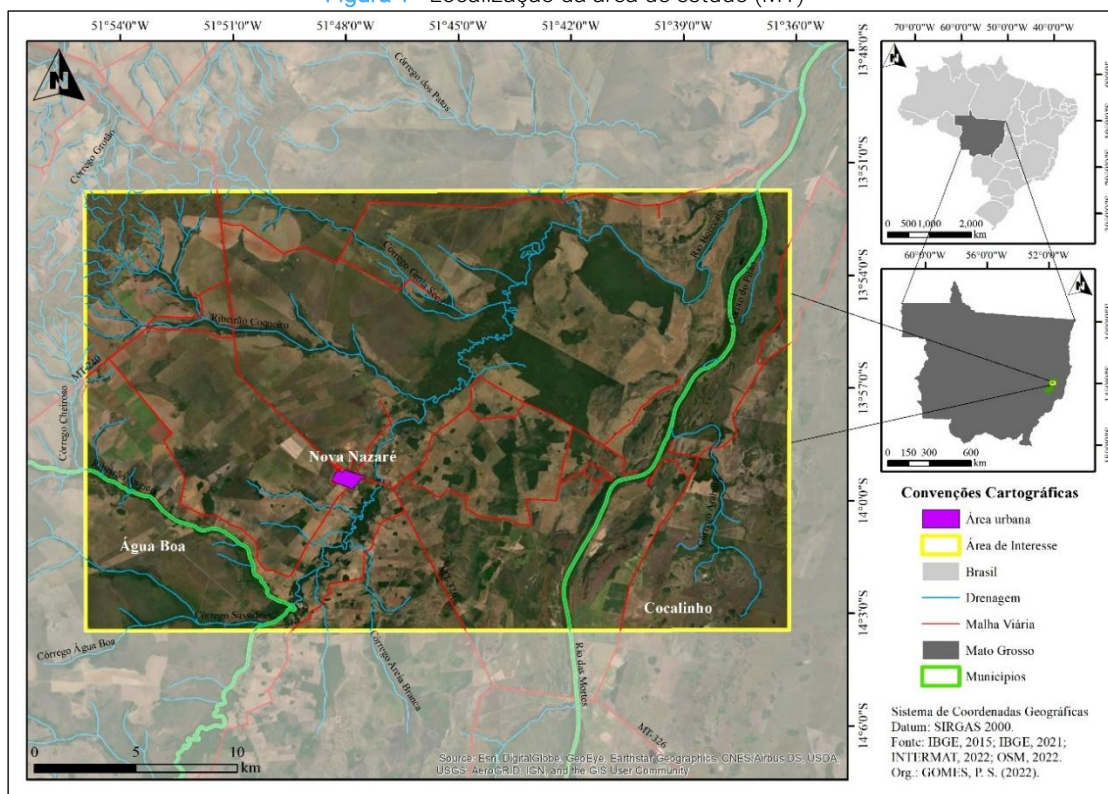
Assim, estudos que visem a proteção da qualidade da água e do solo, a partir da conservação de estradas são essenciais, adotando medidas adequadas de manutenção para minimizar processos de degradação.

## Materiais e métodos

### Area de estudo

A pesquisa foi realizada no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Borecaia, em uma área que está localizada no Estado de Mato Grosso, Microrregião de Canarana, entre os municípios de Nova Nazaré, Água Boa e Cocalinho, Brasil, entre as coordenadas de latitude 13°48'0" a 14°6'0"Sul e longitude 51°36'0" a 51°54'0" Oeste, Figura 1.

Figura 1 - Localização da área de estudo (MT)



Fonte: IBGE (2022). Elaboração: GOMES (2023).

A Microrregião de Canarana está localizada na Mesorregião Nordeste, sua área abrange 3.703.363 hectares, distribuída entre oito municípios: Nova Xavantina, Água Boa, Campinápolis, Novo São Joaquim, Santo Antônio do Leste, Nova Nazaré, Canarana e Querência.

A Microrregião apresenta um relevo constituído da Depressão Araguaia (relevo suave ondulado) e da Serra do Roncador e faz parte da Bacia Hidrográfica do Araguaia. A parte sul da Microrregião possui cerrados com características adequadas para o cultivo de culturas perenes, onde há o predomínio da pecuária intensiva, com sistema de cria, recria e corte. A porção norte é caracterizada por ser uma região de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, sendo a agricultura altamente tecnificada desenvolvida em extensas áreas, sendo uma das principais atividades econômica da região (FERREIRA, 2001; IMEA, 2010).

Na bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins, destaca-se os rios das Mortes e Borecaia (área de estudo). O Rio Borecaia por sua vez, tem como seus principais afluentes os seguinte rios: margem esquerda Ribeirão Angico, Ribeirão Coqueiro, Córrego Gota Seca e Córrego dos Patos; margem direita: Córrego Areia Branca (SEPLAG - Perfil Municipal - Sistema SI, 2018).

Em Nova Nazaré, o clima predominante é classificado como tropical com inverno seco (Aw), conforme a classificação climática de Köppen (DUBREUIL *et al.*, 2018). Este clima se caracteriza por apresentar uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco).

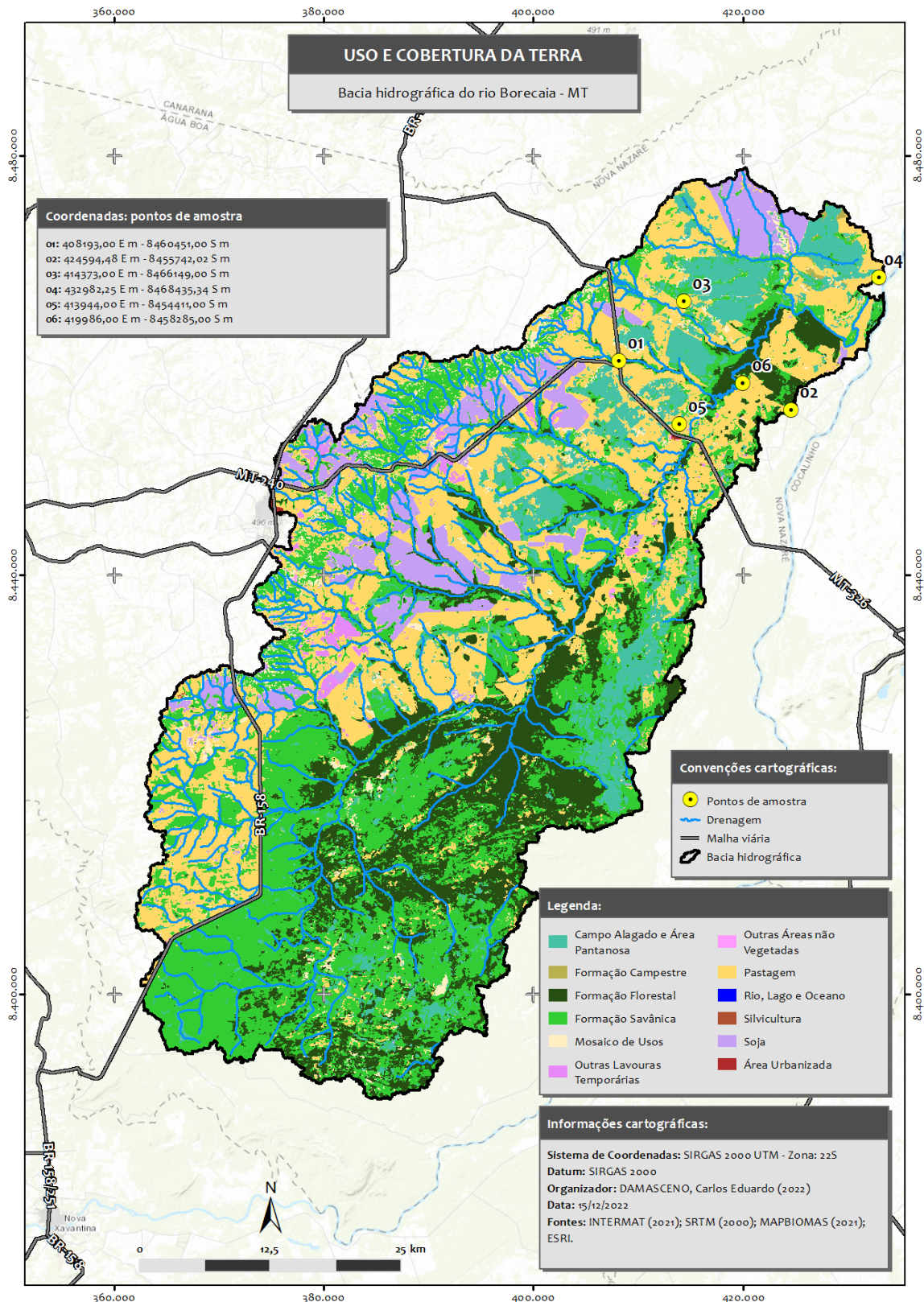
Os tipos de solos são, indiscriminados Concrecionários (solo concrecionário álico abrupto A moderado textura média argilosa), Cambissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo (Tb distrófico A moderado textura média/argilosa) (SEPLAG - Perfil Municipal - Sistema SI, 2018).

O mapeamento de uso e cobertura da terra foi realizado com base nos dados do Mapbiomas para o ano de 2021, em uma escala de 1:250.000. Nesse mapeamento, foram estabelecidas as



seguintes classes: áreas de formação florestal, formação savânica, silvicultura, campos alagados e áreas pantanosas, formação campestre, pastagem, mosaico de usos, áreas urbanizadas, outras áreas sem vegetação, rios, lagos e oceanos, além de lavouras temporárias como soja (Figura 2).

Figura 2 - Uso e cobertura de solo na Bacia hidrográfica do Rio Borecaia-MT

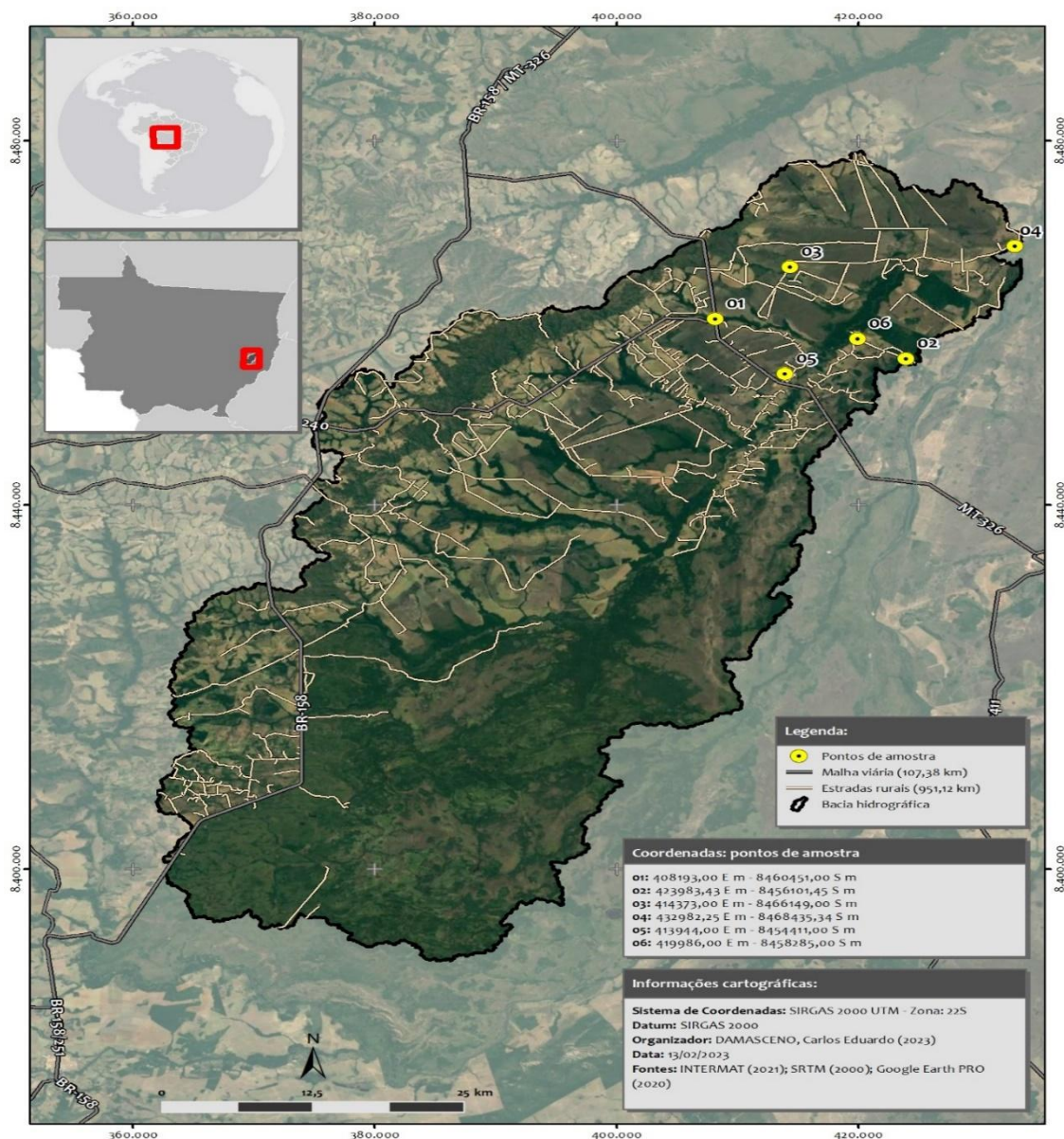


Fonte: Intermat (2021), Srtm (2000), Google Earth Pro (2020). Elaboração: DAMASCENO (2023).

## Procedimentos

A caracterização das estradas rurais, ocorreu em dois períodos sendo um menos chuvoso e outro chuvoso, no qual foram selecionados 6 pontos de controle para esta caracterização (Figura 3).

**Figura 3** - Ponto de amostras para caracterização das condições físicas no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Borecaia



Fonte: Interemat (2021), Srtm (2000), Google Earth Pro (2020). Elaboração: DAMASCENO (2023)

Os pontos estão distribuídos na jusante da bacia, uma vez que na montante da bacia existe uma área de reserva indígena, localizada na mesorregião Nordeste do Mato Grosso, conhecida como Vale do Araguaia, abrangendo a Serra do Roncador e os vales dos rios das Mortes, Kuluene, Couto Magalhães, Batovi e Barra do Garças (GRAHAM, 2021), apresentado assim, desafios enfrentados na coleta de dados, com restrição de acesso por parte dos indígenas.



Outra questão é que existe restrições de acesso no médio e alto curso da bacia em função da presença de grandes latifundiários, onde existe o controle de fluxos de entrada nas propriedades, dificultando assim o monitoramento das estradas rurais. De todo modo, o objetivo da distribuição desses 6 pontos foi abranger o máximo possível de estradas rurais na área em estudo. Ressalta-se que esses 6 pontos são representativos em relação as características das estradas rurais presentes nas demais áreas da bacia.

O primeiro campo para caracterização e observação ocorreu no período menos chuvoso, no dia 31/08/2022, período onde as estradas se encontravam com melhores condições de rodagem. O segundo campo para caracterização e observação ocorreu no dia 23/01/2023, período chuvoso, onde as estradas encontravam-se em condições de dificuldade de rodagem na faixa de rolamento principal.

Para a realização dos mesmos foi utilizado GPS de navegação para localização e marcação de coordenadas, máquina fotográfica para a captura de fotos, trena para medição de largura de estradas e de processos erosivos como ravinhas e voçorocas, régua com fita métrica colorida para realce de medidas nas fotos e caderneta para anotação de informações observadas.

Assim, os trabalhos de campo incidiram na obtenção de dados, interpretação e também na análise das informações obtidas. Já os trabalhos de gabinete consistiram na reunião das informações necessárias à execução da pesquisa (banco de dados da bacia do Rio Borecaia, e a escolha das informações mais expressivas para a pesquisa). A caracterização do estado de conservação das estradas rurais foi realizada de forma empírica (monitoramento), em que a metodologia utilizada teve como embasamento os trabalhos realizados por Cunha (2011; 2016); Souza e Cunha (2022).

Ressalta-se que a caracterização das estradas ocorreu em distintas unidades das estradas, sendo elas primárias, secundárias e terciárias (caminhos internos), seguindo a classificação proposta por Cunha (2011). A hierarquia desta classificação teve como principal embasamento a largura, comprimento e intensidade de uso (trafegabilidade) observados durante o monitoramento. Os dados obtidos foram compilados em tabelas e figuras para melhor compreensão.

Em cada ponto de estudo foram considerados os problemas, que são encontrados na plataforma da via e áreas adjacentes, com as seguintes caracterizações:

- Larguras das estradas;
- Altura dos taludes;
- Tipo de uso da terra;
- Presença ou ausência de vegetação;
- Presença ou não de lixo;
- Sistemas de drenagens e estado de conservação;
- Disponibilidade de material para ser transportado;
- Defeitos na pista de rolamento e áreas adjacentes entre outras observações.

Após a realização dos trabalhos de campo, foi possível observar as mudanças ocorridas nos dois períodos climáticos analisados. Por fim, foi realizada uma classificação das condições das vias: estradas em boas condições de uso e estradas em más condições de uso, com diagnóstico e prognóstico ambiental. Os resultados foram apresentados por meio de figuras e tabelas.

## Resultados e discussão

### Diagnóstico ambiental dos pontos caracterizados

Na área de estudo as estradas em sua maioria foram classificadas como secundárias, e são administradas pelas prefeituras. São vias de menor porte que geralmente conectam áreas rurais, bairros e comunidades menores.

Por meio dos trabalhos de campo, notou-se que, com o tempo as estradas necessitam de manutenção para o bom funcionamento da via. As condições dessas estradas (tipo de solo, clima, topografia, tráfego e frequência de manutenção), conforme comenta Nunes (2003), influenciam claramente no surgimento de defeitos nas vias.

Na tabela 1 é apresentado a localização dos pontos de monitoramento no baixo curso da bacia do rio Borecaia.

**Tabela 1** – Localização dos pontos de amostra no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Borecaia

Ponto de amostras	01	02	03	04	05	06
Latitude	8460451 S	8456101 S	8466149 S	8468435 S	8454411 S	<b>8458285 S</b>
Longitude	408193 W	423943 W	414373 W	432982 W	413944 W	419986 W

Fonte: Autores (2023).

### Ponto 1:

Nesse ponto foi caracterizado como estrada principal, ponto localizado próximo ao córrego coqueiro, tendo a estrada largura média de 8,6 m (Figura 3). A estrada apresenta boas condições de rodagem, porém, com sedimentos soltos na pista de rolamento no período menos chuvoso, com solo compactado. O uso da terra no local é de pecuária e agricultura.

Foi observado a inexistência de caixa de infiltração, havendo somente a presença de dissipadores de energia, contudo, constatou-se que não foi realizada manutenção periódica inativando assim, os dissipadores existentes. Foi observado também, uma ravina profunda (Figura 4.c), com largura média de 2 m, e em alguns pontos da ravina chegando aproximadamente 4,2 m de profundidade (próximo do córrego coqueiro).

Conforme constado em campo, no ponto 1 observou-se um ravinamento paralelo a faixa de rolamento (Figura 4.b). De acordo com Nunes (2003, p.31-32): “a ausência de um sistema de drenagem eficiente favorece o acúmulo de água na superfície da estrada e áreas adjacentes e, por conseguinte, a erodibilidade do solo”, Marques *et al.*, (2020) explicam que a erosão é o processo de degradação do solo formada pela ação da água, tendendo a evoluir a grandes ravinas, como exemplo (Figura 4.c).



Figura 4 - Ponto 1- Estado de conservação das estradas



Legenda: A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.

Em A estrada principal com a trilha compactada, em B dissipador de energia, em C ravina com média de 2,40 m de profundidade na estrada principal.

Em D estrada principal com acúmulo de água e atoleiro, em E dissipador de energia ativo, porém assoreado, e em F ravina com média de 2,40 m de profundidade no processo de erosão.

Fonte: Autores (2022/2023).

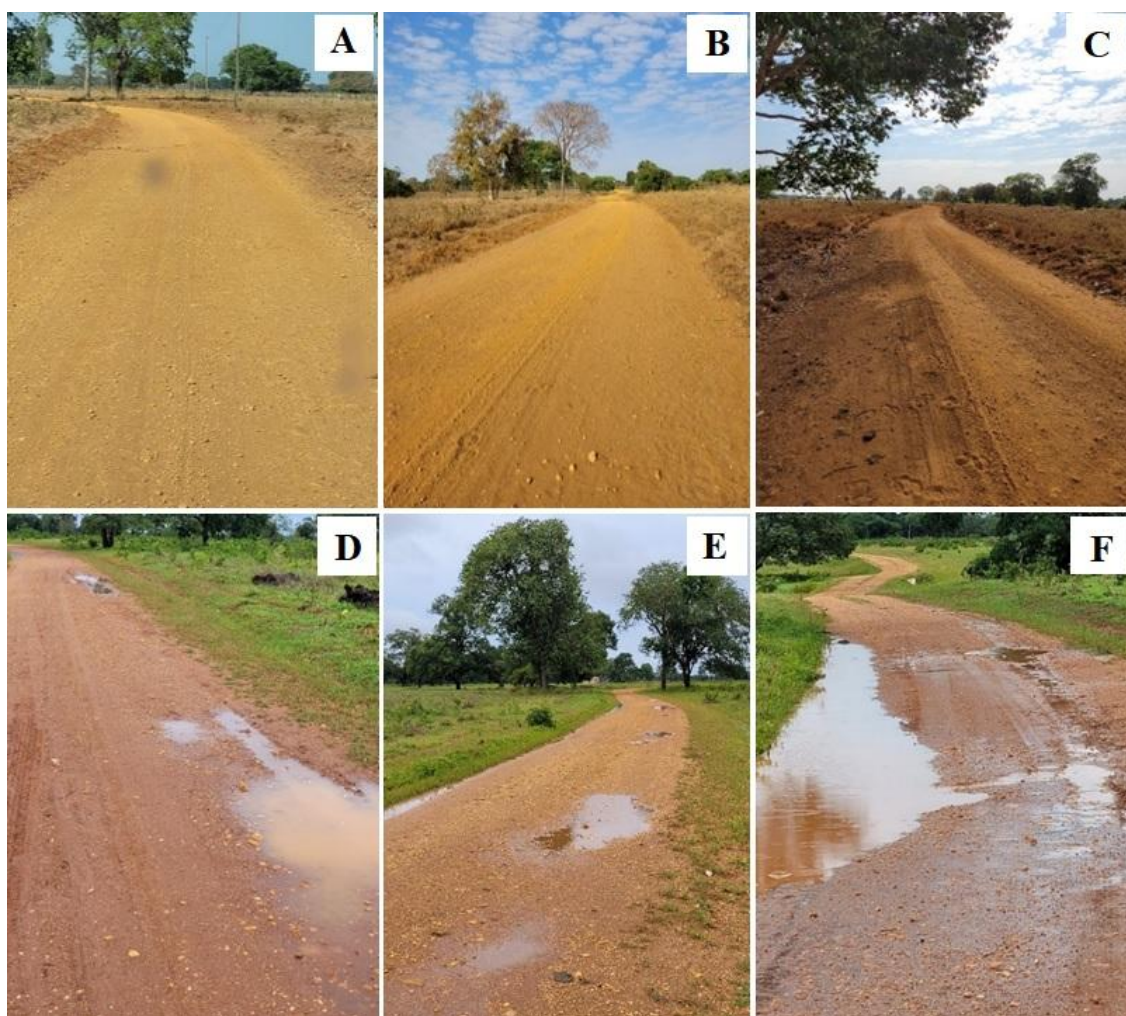
No período chuvoso, a estrada encontra-se com condições precárias de rodagem na faixa de rolamento, com presença de locais de atoleiros, pista escorregadia e acúmulo de água na via principal (Figura 4.d). Foi constatado neste ponto a presença de somente 1 dissipador de energia, contudo pela falta de manutenção observada, como roçada e retirada da película de argila acumulada, a estrada analisada apresentou sistema de drenagem ineficaz (Figura 4.e). Como consequência pode ocorrer o carreamento dos sedimentos para o leito do Córrego Coqueiro, contribuindo para o assoreamento do mesmo.

A compactação do leito da estrada dificulta a infiltração da água e favorece o escoamento superficial, que será mais intenso quanto maior for a extensão da área drenada. Fattori (2007) e Gonçalves *et al.*, (2018), ressaltam que, a manutenção no dissipador de energia deve ser feita da seguinte forma: a) roçar a vegetação que se instalou no local; b) desobstruir suas saídas após a chuva; c) retirar o sedimento depositado nas caixas de infiltração em períodos de chuva; e d) recompor eventuais erosões que porventura tenham ocorrido ao longo de sua extensão.

### Ponto 2:

Constatou-se sedimentos na faixa de rolamento, ausência de caixas de infiltração e dissipadores de energia de forma geral. O uso da terra no local é de pecuária. Em comparação com a estrada do ponto 1, a via do ponto 2 apresentou melhores condições de trafegabilidade nos dois períodos analisados, como pode ser observado na figura 5.

**Figura 5** - Ponto 2- Estado de conservação das estradas



**Legenda:** A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.

Em A estrada principal com sedimentos na faixa de rolamento, em B ausência de dissipador de energia, e em C abaulamento na faixa de rolamento. Em D estrada principal com sedimentos na faixa de rolamento e acúmulo de água em sua lateral, em E ausência de dissipador de energia, e em F abaulamento na faixa de rolamento, além de acúmulo de água em sua lateral.

Fonte: Autores (2022/2023).

Neste ponto, a estrada é provida de abaulamento de desvio de água da chuva, o que promove, segundo Santos *et al.*, (2019), uma condução das águas para as canaletas laterais, não permitindo que empocem ou escoem ao longo da pista, e que sofra um processo progressivo de deterioração. A inexistência de sistemas de drenagem ou pista sem declividade (abaulamento) são fatores que podem influenciar na rápida deterioração da estrada (CHAVES; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2020).

De acordo com Baesso e Gonçalves (2003), a inexistência do abaulamento da estrada pode ocasionar acúmulo de água na plataforma de rolamento, sendo caracterizado pelo mau funcionamento dos dispositivos de drenagem superficial e, muitas vezes, pela inexistência de elementos de drenagem profunda, como também pela falta de manutenção das obras de arte corrente, caso dos bueiros tubulares.

Nesse ponto, observa-se que o abaulamento da estrada favoreceu o escoamento da água da trilha de rodagem para a lateral da mesma. Contudo, nota-se na figura 4.f, que a falta de um sistema de drenagem, como por exemplo, caixas de infiltração, dificulta a infiltração bem como a percolação da água no solo. De acordo com Silva (2011), a prática de abaulamento deve ser utilizada em estradas não pavimentadas em trechos com conformação retilínea, tendo como objetivo drenar a água que cai no leito para o canal de drenagem da estrada.

### Ponto 3:

O uso da terra do local é ocupado com a pecuária. No período chuvoso foi constatado condições que requerem atenção em relação a trafegabilidade, devido ao acúmulo de água na faixa de rolamento da estrada (Figura 6.d). Observou-se também, carga de sedimentos que se acumulam nas partes baixas do terreno, dificultando assim o controle de escoamento das águas da chuva, provocando erosão e atoleiro nas laterais da via, o que pode provocar prejuízos aos proprietários rurais e toda a comunidade local. Na figura 6.f, existe um sistema de drenagem ativo na lateral da estrada, favorecendo o escoamento e infiltração da água.



Figura 6 - Ponto 3- Estado de conservação das estradas



**Legenda: A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.**

Em A estrada principal em bom estado de conservação, em B abaulamento da trilha de rodagem, em C canal de drenagem lateral da trilha. Em D estrada principal com acúmulo de água na pista de rolamento, em E abaulamento da trilha de rodagem e com acúmulo de sedimentos na lateral da pista, e em F canal de drenagem lateral da trilha.

Fonte: Autores (2022/2023).

Para diminuir esses efeitos em estradas rurais, uma das medidas que podem ser tomadas é a implantação de caixas de infiltração. “As caixas de infiltração são trincheiras profundas instaladas nas laterais das estradas com o objetivo de reter sedimento e água produzida principalmente no leito das estradas” (CUNHA; THOMAZ e OLIVEIRA, 2021). Essas caixas ou demais métodos de captação e escoamento têm a função de reter materiais sólidos em suspensão em águas pluviais para evitar assoreamento nos cursos d’água.

Além dessas medidas, com a preocupação de assegurar uma boa drenagem, o Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER) (1981) recomenda que as pistas não-pavimentadas devem ter declividade transversal de 3%, excepcionalmente de 4%, conforme o tipo de solo constituinte da via.



#### Ponto 4:

Apresentando largura média de 6,12 m (Figura 7), o uso da terra do local é ocupado com vegetação original (mata ciliar), na proximidade do rio das Mortes. O ponto analisado tem declividade acentuada, e com isso a estrada encontra-se vulnerável a processo erosivos.

Figura 7 - Ponto 4 - Estado de conservação das estradas



**Legenda: A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.**

Em A estrada principal em bom estado de conservação em relevo acentuado, em B material solto para transporte, e em C presença de sedimentos acumulados na lateral da pista de rolamento.

Em D e E estrada principal com material solto na pista de rolamento, além de processo de ravinamento na lateral da estrada, e em F desmoronamento de material e presença de sedimentos acumulados na lateral da pista de rolamento.

Fonte: Autores (2022/2023).

O ponto 4 apresenta um fator negativo em relação à deterioração das vias. Esse fator está relacionado ao relevo acentuado da área observada, o que pode não permitir uma melhor infiltração e a percolação da água no local em períodos de chuva. Apesar da inclinação acentuada na estrada, no período analisado as vias mantem-se com boas condições de tráfego.

Marinheski (2017) relaciona as erosões progressivas às declividades acentuadas, sendo que a declividade acelera o escoamento das águas, eleva a remoção e o transporte de materiais, tornando a estrada vulnerável a processos erosivos.

Diferente dos demais pontos monitorados, o ponto 4 apresenta relevo acentuado, o que promove a deterioração no talude das laterais das vias, que pode influenciar no maior desgaste de suas condições estruturais.

De acordo Vieira (2022), o clima é um fator importante por desencadear mudanças no conteúdo de água no solo. Estas mudanças são mais significativas nos horizontes mais superficiais do solo, onde o solo interage com a atmosfera. Quando o solo ganha ou perde umidade ocorre a variação na poro pressão, e, em consequência dessa mudança de poro pressão, ocorrem mudanças na resistência ao cisalhamento. Dentro desse contexto, chama-se a atenção para o fato de que alguns solos podem perder significativamente a resistência ao cisalhamento, provocando movimentos de massa de solo como o deslizamento de taludes.

Devido a decorrência do desmoronamento lateral, há uma carga de sedimentos que se acumulam na parte baixa do terreno ou são diretamente depositadas nos corpos hídricos.

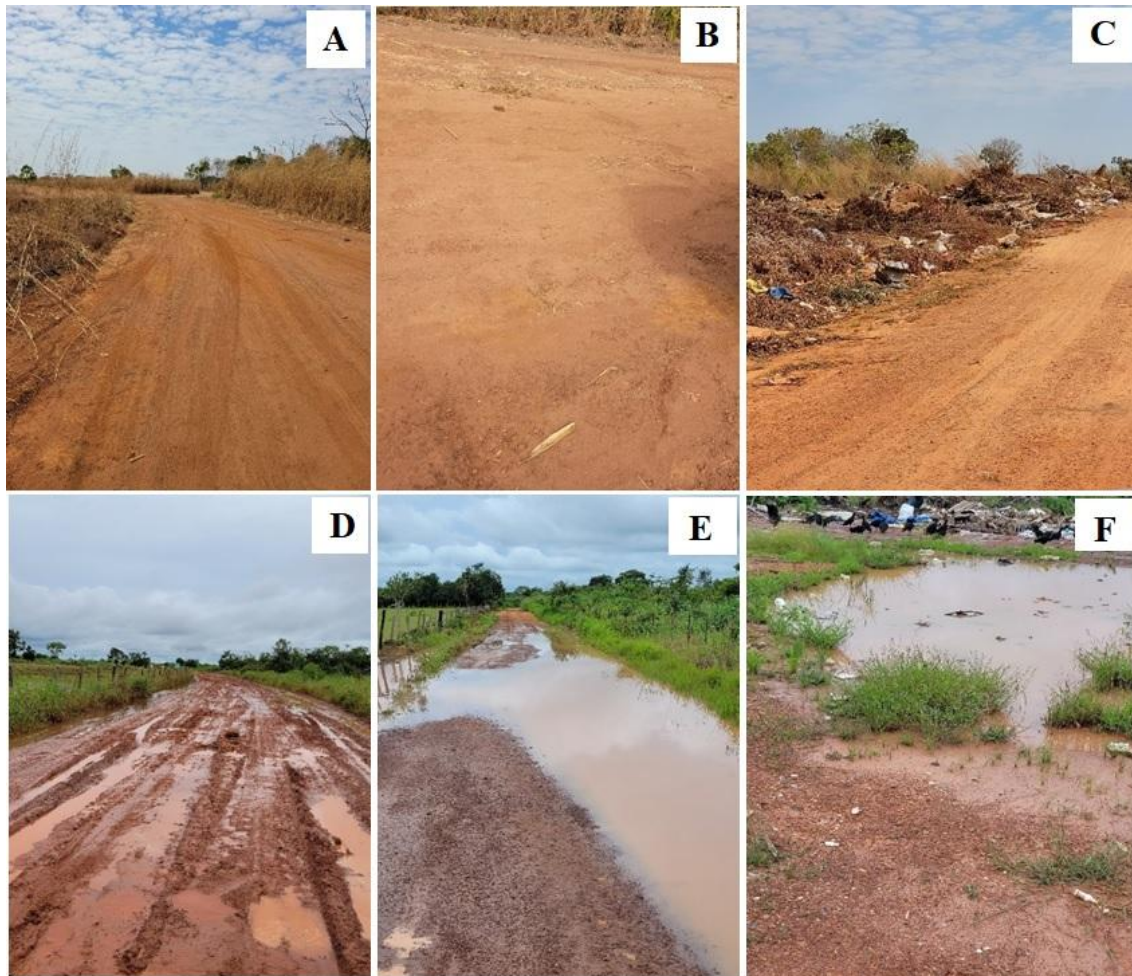
#### Ponto 5:

Com largura média da estrada de 4 m, com altura do talude em 1,6 m, o ponto analisado é uma estrada paralela à 900 m da MT 326 e do município sede de Nova Nazaré- MT, com o uso da terra de pecuária e áreas urbanas com acesso para um aeroclube e lixão a céu aberto.

No local observado, foi constatado diferenças significativas nos dois períodos analisados, no qual o período menos chuvoso a estrada apresentou boas condições de rodagem (Figura 8.a.b). Contudo, no período chuvoso as estradas apresentaram condições trafegabilidade restritas, com atoleiro na faixa de rolamento (Figura 8.d) e acúmulo de água, além da presença de quantidade significativa de lixo no local (Figura 8.c.f).



Figura 8 - Ponto 5- Estado de conservação das estradas



**Legenda:** A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.

Em A estrada principal em bom estado de conservação, em B pequenas ravinas na trilha de rodagem, em C lixo acumulado na lateral da pista de rolamento.

Em D estrada principal em condições precárias de rodagem, em E acúmulo de água na pista de rolamento, e em F lixo acumulados na lateral da pista e acúmulo de água.

Fonte: Autores (2022/2023).

O descarte de resíduos sólidos às margens da estrada vai desde garrafas PET, material plástico, geladeira, latas, filtro de óleo de caminhões e resíduos de construção civil. De acordo Rodrigues e Cavinatto (2003, p. 6), "lixo, na linguagem técnica, é sinônimo de resíduos sólidos e compreende os materiais descartados pelas atividades humanas".

Peloggia (2019) reforça a importância das investigações acerca das transformações geoecológicas que ocorrem nesses terrenos, a fim de compreender de que maneira e em que ritmo os processos ecológicos de interação entre a biosfera e o substrato antropogênico atuam.

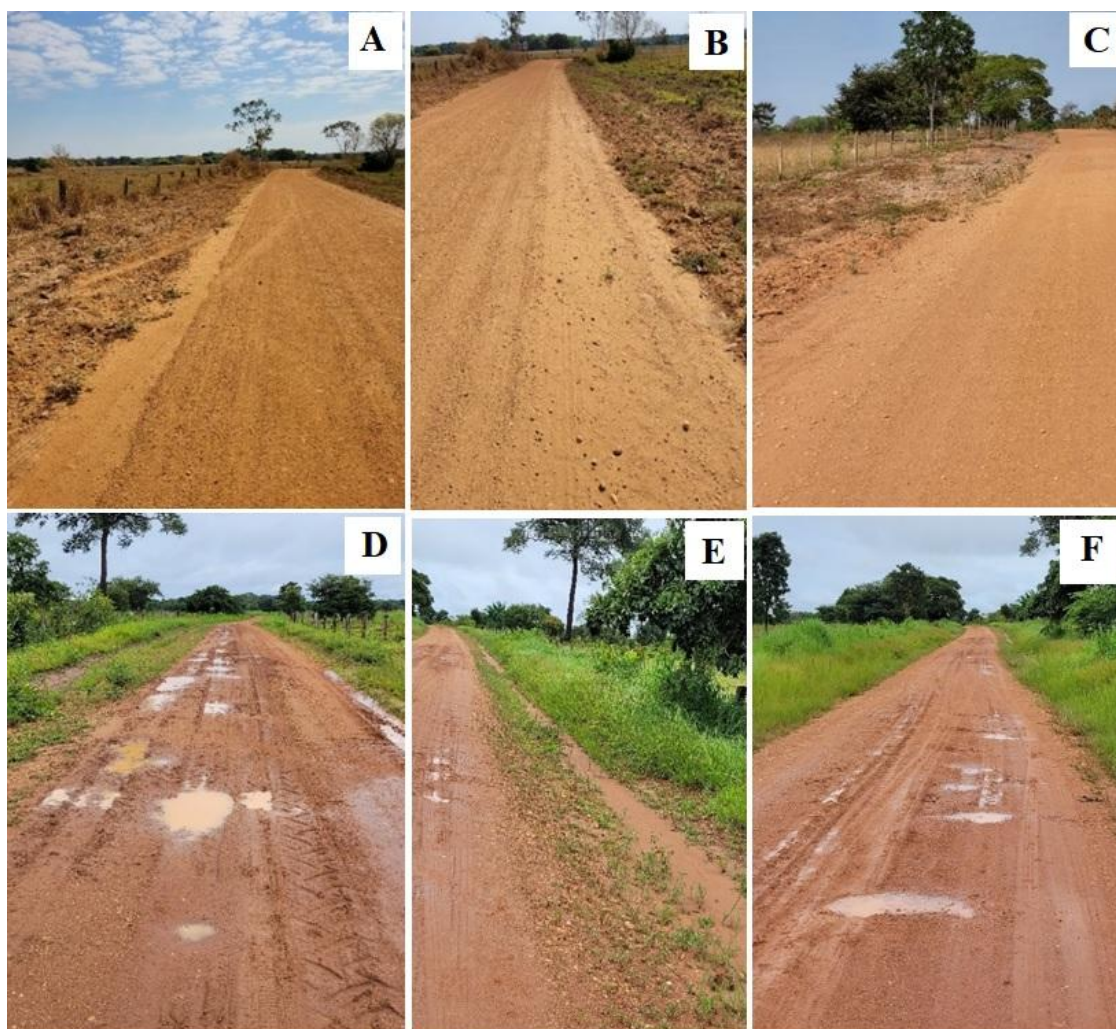
A irregularidade no sistema de drenagem como, vala e buracos que espalhem a água para a plataforma da estrada, a ausência de caixas de infiltração, dificultam o tráfego pelo acúmulo de água e o excesso de umidade na faixa de rolamento, além do acúmulo de lixo doméstico ao ar livre, causando assim poluição no lençol freático e nos mananciais próximos.

Santos e Morano (2014) e Cunha, Thomaz e Oliveira (2021) indicam as caixas de infiltração como uma alternativa nos locais onde a área disponível não permita a construção de terraços, e demonstram que são construídas para armazenar a água proveniente do escoamento superficial e subsuperficial das estradas rurais, o que permite que este volume de água seja acumulado, e possibilita a infiltração para o lençol freático. Há ainda a possibilidade de construí-las em série e gradualmente carregar o volume precipitado para os mananciais receptores, diminuindo sua energia e os efeitos danosos do escoamento superficial.

#### Ponto 6:

Apresentando largura média da estrada de 6,30 m, com altura do talude em 12 cm, o uso da terra no local é a pecuária. A estrada apresenta boas condições de rodagem, porém sedimentos soltos na pista de rolamento (Figura 9).

**Figura 9-** Ponto 6- Estado de conservação das estradas



**Legenda:** A; B; C- período menos chuvoso. D; E; F- período chuvoso.

Em A estrada principal em bom estado de conservação, em B ausência de dissipadores de energia, em C Abaulamento da pista de rolamento.

Em D estrada principal com atoleiro e buraco na via, em E ausência de dissipadores de energia, e em F buracos na pista de rolamento e ausência de sistema de drenagem lateral.

Fonte: Autores (2022/2023).



Nesse trecho há um acúmulo de sedimentos nas laterais da via, falta de limpeza nas sarjetas, dificultando assim, o processo de escoamento da água da superfície da estrada. A falta de abaulamento da estrada dificulta o escoamento da água para as laterais da estrada, o que pode culminar, em muitos casos, em buracos, ravinas e acúmulo de água. Este problema é progressivo caso não ocorra uma intervenção, pois uma vez formado o buraco, o empoçamento de água facilita ainda mais o desprendimento do solo, agravando a situação.

Para corrigir um problema de drenagem inadequada, é necessário fazer a recomposição da drenagem, com construção de sarjetas, por exemplo, tal como para solução de buracos deve ser feito um sistema de drenagem adequado ou um abaulamento da pista (SILVA FILHO, 2001).

Embora não tenha sido constatado neste ponto dissipadores de energia, a estrada encontra-se em boas condições de uso, pois o relevo local é suave, o que pode ser um facilitador de infiltração da água em períodos de chuva, diminuindo os problemas de erosão na via. Os sedimentos soltos na pista em questão são classificados por Nunes (2003) como sendo um excesso de material fino no leito da via causado pela falta de umidade do período seco.

É importante enfatizar que um sistema de drenagem mal dimensionado e sem manutenção contribui significativamente para a ocorrência de alguns problemas apresentados. Sua solução pode passar pela adequação da drenagem, tanto na área de domínio da estrada como do seu entorno.

Assim, é de suma importância que as manutenções rotineiras sejam realizadas periodicamente para manter a estrada em boas condições. Estradas ruins acabam por causar danos em veículos, ou até mesmo impossibilitando a trafegabilidade no trecho danificado, além de ter que utilizar rotas mais longas comprometendo a qualidade e o preço final.

O acesso da população do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Borecaia a serviços básicos como educação, saúde e lazer depende muito da conservação e manutenção dessas estradas. Já no aspecto ambiental, a manutenção das estradas não pavimentadas está ligada diretamente a conservação e recuperação das áreas marginais a estradas e a redução de assoreamento de córregos e rios. Portanto, medidas preventivas ou mitigadoras de conservação das estradas rurais, são fundamentais para o bom funcionamento das mesmas, assim como para a conservação da água e do solo.

### Prognóstico ambiental dos pontos caracterizados

A seguir, algumas recomendações de medidas corretivas/preventivas que podem ser tomadas para minimizar o grau de degradação das estradas rurais, Quadro 1.

**Quadro 1** - Principais problemas encontrados em estradas rurais do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Borecaia, suas causas e medidas corretivas/preventivas

Defeito	Causa	Medida corretiva/preventiva
Buraco	Ineficiência de sistema de drenagem Inexistência de revestimento primário Má qualidade na construção ou manutenção inadequada da estrada	Reconstrução da superfície da via; Sistema de drenagem eficiente; Aplicação de revestimento primário e material ligante; Abaulamento da pista;

Corrugações	Falta de material ligante ou presença de material muito fino; Desgaste natural devido ao tráfego constante Ineficiência na capacidade de suporte	Substituição do material do subleito que tenha maior resistência; Drenagem adequada para evitar o acúmulo de água. Compactação correta
Poeira	Excesso de material fino sobre a superfície da via; Tráfego regular de veículos em estradas não pavimentadas ou mal conservadas é a principal causa da poeira.	Compactação do solo; Execução do revestimento primário selante; A manutenção adequada das estradas rurais, incluindo o nivelamento da superfície e a reparação de buracos, pode minimizar a geração de poeira.
Drenagem	Falta ou insuficiência de dispositivos de drenagem; Terrenos planos ou mal inclinados podem resultar em acúmulo de água. Bloqueios em sistemas de drenagem, como bueiros entupidos, podem impedir o fluxo adequado da água.	Construção e limpeza de valetas e bacias; Manutenção dos dispositivos de drenagem; Instalação e manutenção de sistemas de drenagem adequados, como caixas de infiltração, canais e valas.
Seção transversal inadequada	Falta de abaulamento transversal; Compactação insuficiente; Falta de dispositivos de drenagem;	Conformação da plataforma; Abaulamento transversal de 3% a 4%; Desgaste e deterioração devido à exposição a elementos naturais, corrosão, tráfego pesado, etc.

Fonte: Adaptado de Baesso e Gonçalves (2003). Organização: Autores (2023)

Portanto, é evidente que nos pontos caracterizados nesse trabalho encontra-se uma seção transversal mal projetada, que não apenas compromete a eficiência funcional das estradas rurais, mas também resulta em impactos negativos cumulativos, como maior necessidade de manutenção, aumento dos custos operacionais e redução da segurança para os usuários. Para mitigar esses problemas, é essencial investir em um planejamento adequado, que inclua dispositivos de drenagem eficientes, manutenção preventiva regular e técnicas construtivas que promovam maior durabilidade e trafegabilidade das vias. Assim, é possível garantir uma infraestrutura mais segura e sustentável para atender às demandas das comunidades rurais e aos desafios do transporte em áreas não pavimentadas (Baesso e Gonçalves, 2003).

O problema de atoleiros e escorregamento durante o período chuvoso pode ser explicado pela falta de um sistema de drenagem adequado, conforme discutido nos seis pontos. A insuficiência do sistema de drenagem, aliada ao solo argiloso e à falta de manutenção regular, contribui para o acúmulo de água. Assim, as medidas corretivas como a instalação de dissipadores de energia e melhorias na drenagem superficial, como escoadouros e valas laterais, são estratégias diretas para solucionar esses problemas e melhorar as condições de trafegabilidade, alinhando-se com os pontos apresentados.

A presença excessiva de poeira nas estradas rurais exige uma abordagem integrada para melhorar tanto a infraestrutura quanto o manejo do solo. A solução para esse problema deve considerar tanto a drenagem eficiente quanto a implementação de medidas que minimizem a dispersão de partículas finas (Baesso e Gonçalves, 2003).

## Considerações finais

As estradas rurais são importantes para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da comunidade do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Borecaia e sua manutenção e conservação pelos órgãos públicos é de interesse da população local.

Dos pontos caracterizados, nota-se que os pontos 1 e 5 encontram-se com o estado de conservação das estradas mais comprometidos, com presença de ravinas, acúmulo de água na faixa de rolamento, ausência ou ineficiência de dissipadores de energia, e material solto disponível para serem transportados para os canais fluviais e áreas adjacentes.

O diagnóstico em relação ao estado de conservação das estradas é diferente nos dois períodos analisados, no qual no período menos chuvoso, as estradas apresentam bom estado de conservação. Por outro lado, no período chuvoso apresentam condições instáveis de conservação relacionado principalmente a ausência ou ineficácia dos sistemas de drenagem.

Portanto, o prognóstico referente aos problemas encontrados são: conservação e manutenção periódica; correção da seção transversal da faixa de rolamento; criação e manutenção de dispositivos de drenagem, e a utilização de técnicas vegetativas.

## Referências

- ASHER, S.; NOVOSAD, P. (2019) Rural Roads and Local Economic Development. *American Economic Review*, v. 110, n. 3, p. 797-823.
- BAESSO, D. P; GONÇALVES, F. L. R. (2003) *Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção*. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina.
- BAUCKE, A. S.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. (2019) Contribuição hidrossedimentológica das estradas rurais em bacias hidrográficas com pequenas e médias propriedades. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* (Online), n. 53, p. 13-32, 30 dez.
- CUNHA, M. C. *Avaliação da eficácia das caixas de contenção de sedimento em estradas rurais não pavimentadas na Bacia do Rio Das Pedras, Guarapuava-Pr*, (2011) (Dissertação Mestrado em Geografia) Guarapuava, Universidade Estadual do Centro Oeste, 132p.
- CUNHA, M. C.; SANTOS, R. V.; CRUZ, A. A. (2014) Levantamento das medidas de manutenção aplicado nas estradas rurais na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR com avaliação qualitativa do estado de conservação. *Caderno de Geografia*, v.24, n.42, p.124-138.
- CUNHA, M. C. (2016) *Processos hidrológicos subsuperficiais influenciados por cortes de estradas não pavimentadas*. 115 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Curitiba, Paraná.
- CUNHA, M. C.; THOMAZ, E. L.; OLIVEIRA, F. A. (2021) Processos hidrológicos subsuperficiais influenciados por cortes de estradas rurais na bacia hidrográfica do Rio Guabiroba, Guarapuava, Paraná, Brasil. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia-MG v. 22, n. 80 abr. p. 53–67.
- CHAVES, J. W. R.; ALMEIDA, L. C.; OLIVEIRA, F. H. L. (2020) Estudo dos defeitos em estradas não pavimentadas por meio de parâmetros rodoviários. *Revista Estradas*, n. 25.
- DNER- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1981) Conservação de estradas não pavimentadas. Instituto de Pesquisa Rodoviária, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P; SANT'ANNA NETO, J. L. (2018) Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*, n. 37.
- FATTORI, B, J. (2007) Manual de Manutenção de Estradas de Revestimento Simples. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.
- FERREIRA, J. C. V. (2001) *Mato Grosso e Seus Municípios*. Cuiabá: Buriti, 659p.
- GONÇALVES, H. et al. (2018) Estudo de base populacional em área rural: metodologia e desafios. *Revista de Saúde Pública*, [S. l.] , 52, 1-12.
- GRAHAM, L. *Xavante*. (2021) Povos Indígenas no Brasil (online). Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Xavante>.
- IMEA, Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. (2010) *Mapa de Microrregiões do IMEA*. 6p.. Disponível em <<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/justificativamapa.pdf>>. Acesso em: 15 fevereiro de 2023.
- MARQUES, M. L. da S. et al. (2020) Erosion in gullies and impact on the chemical properties of soil and water. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9.
- MARINHESKI, V. A (2017) Erosão em estradas não pavimentadas na bacia do Rio do Atalho em Cruz Machado – PR. *Boletim de Geografia*, v. 35, n. 2, p. 117-127, 1 dez.
- NAPOLITANO JÚNIOR, C. (2020) *A importância da logística na prestação de serviços para pequenos produtores rurais*. Relatório de estágio supervisionado obrigatório do curso de Tecnologia em Agronegócio apresentado ao Instituto Federal Goiano-Campus Iporá, Iporá – GO.
- NUNES, T. V. L. (2003) *Método de previsão de defeitos em estradas vicinais de terra com base no uso de redes neurais artificiais*: Trecho de Aquiraz – CE. 2003. 118 fls. Dissertação de mestrado - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- NORA, G. D.; ZEQUIM, J. S. (2019) Impactos ambientais sobre a flora decorrentes da implantação de rodovias. *Revista Geografia em Atos (Geoatos online)*, v. 03, n. 10, p. 209-240.



- OLIVEIRA, J. F. de et al. (2011) Uso do software Estradas para determinação do espaçamento entre desaguadouros em estradas não pavimentadas do interior de Goiás. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 58, n.1, p. 17-22, jan/fev.
- PELOGGIA, A. U. P. (2019) Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: o estudo da agência geológico- geomorfológica humana e de seus registros. *Revista do Instituto Geológico*, v. 40, n. 1, p.1-17.
- REZENDE, E. N.; COELHO, H. A. (2015) Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. *RVMD*, Brasília, v. 9, nº 2, p. 155- 180, Jul-Dez.
- RODRIGUES, F. L.; CAVINATTO, V. M. (2003) Lixo: de onde vem? Para onde vai? 2 ed., Reform. São Paulo: *Moderna*.
- SANTOS, D H.; MORANO, J. R. (2014) *Recuperação e Manutenção de Estradas Rurais*. Presidente Prudente: CODASP.
- SANTOS, Á. R.; PASTORE, E. L.; JUNIOR, F. A.; CUNHA, M. A. (2019) *Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação*. ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental 3. ed.: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- SEPLAG – (2018) Perfil Municipal - Sistema SI.
- SILVA, D. P. (2011) *Modelo para dimensionamento de sistemas de drenagem de superfície em estradas não pavimentadas*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. 147p.
- SILVA FILHO, I. R. (2001) *Estradas Rurais – Técnicas adequadas de manutenção*. Cascavel, PR: Instituto Iguaçu. Programa de educação profissional de qualidade. 90 p.
- SIQUEIRA, J. P.; LIMA, J. S. P.; LIMA, E. A. C. de F. (2020) Licenciamento Ambiental de Estradas de Terra. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 13, n. 30.
- SOUZA, C. C.; CUNHA, M. C. (2022) Analysis of Morphometric Parameters of the Drainage Network and Road Network of the Ribeirão Paraíso Watershed, Jataí - GO. *Sociedade & Natureza*, v. 34.
- TIECHER, T. et al. (2014) Contribuição das fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica agrícola sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 639-649.
- VIEIRA, R. H. M. (2022) *Retroanálise de escorregamento de talude de solo tropical não saturado da região de Bauru-SP* / Ricardo Henrique Maschio Vieira. – Bauru.