

## Aspectos estruturais e geomorfológicos da bacia hidrográfica do Rio Bonito, Região de Caiapônia, Goiás, Brasil

*Structural and geomorphological aspects of the Bonito River basin, Caiapônia Region, Goiás, Brazil*

Isabel Rodrigues da Rocha<sup>1</sup>; Márcia Cristina da Cunha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Jataí-UFJ, Instituto de Geografia-IGEO, Jataí/GO, Brasil. Email: isabel8720@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0188-7910>

<sup>2</sup> Universidade Federal de Jataí-UFJ, Instituto de Geografia-IGEO, Jataí/GO, Brasil. Email: macia1cunha@ufj.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2307-7858>

**Resumo:** A presente pesquisa, foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Bonito, localizada no estado de Goiás, Brasil, ambiente do Bioma Cerrado. O objetivo constituiu em realizar a caracterização de forma integrada dos aspectos de Geologia, Formas de Relevos e Pedologia, por meio da elaboração de mapas temáticos, gráficos e tabelas, incluindo síntese no conjunto das unidades de geomorfologia. Os dados foram adquiridos em levantamentos secundários de dados vetoriais, processados com apoio do software QGIS 3.28, Firenze. A partir dos mapeamentos, detectaram-se, classes de geológicas, geomorfológicas e pedológicas, com presença expressiva de rochas sedimentares, de formações paleozoicas, obtendo um destaque importante, nas bordas erosivas sudoeste da bacia, a Serra do Caiapó na região em pesquisa, no município de Caiapônia. O ambiente encontra-se moldado por formas de relevos, com características de residuais erosivos, aplainados e desgastados de rochas sedimentares, detectando-se amplitude hipsométrica de média de 500 metros entre o ponto mais elevado à montante na Serra do Caiapó até a foz do Rio Bonito. Concluindo, os levantamentos de solos, demonstram maiores extensões da classe dos Latossolos, favorecidos pela evolução pedogenética de áreas de relevos suave-ondulados.

**Palavras-chave:** Geologia; Relevo; Solos.

**Abstract:** The present research was conducted in the Bonito River Hydrographic Basin, located in the state of Goiás, Brazil, in the Cerrado Biome environment. The objective was to carry out an integrated characterization of the aspects of Geology, Landforms, and Pedology by preparing thematic maps, graphs, and tables, including a synthesis in all geomorphology units. The data were acquired in secondary vector data surveys processed with the support of QGIS 3.28 software, Firenze. The mapping detected geological, geomorphological, and pedological classes, with a significant presence of sedimentary rocks from Paleozoic formations, obtaining an important highlight, on the southwestern erosive edges of the basin, the Serra do Caiapó in the region under research, in the municipality of Caiapônia. Where it is shaped by landforms characterized by erosive, flattened, and weathered residues of sedimentary rocks, detecting a hypsometric amplitude of an average of 500 meters between the highest point upstream in the Serra do Caiapó to the mouth of the Bonito River. In conclusion, soil surveys demonstrate greater class extensions of Oxisols, favored by the pedogenic evolution of areas with smooth-undulating landforms.

**Keywords:** Geology; Landform; Soils.

## 1. Introdução

Os estudos geomorfológicos são desenvolvidos com base no mapeamento tradicional do relevo (LIMA; FURRIER, 2020). Partindo de propostas clássicas de Tricart (1977), influenciadas pelos princípios teóricos da escola germânica de Walter Penck, diversos autores renomados do Brasil, refletiram a gênese dos fenômenos morfoestruturais em suas pesquisas sobre temas geomorfológicos (CHRISTOFOLETTI, 1980; GUERRA, 2007; ROSS, 2014).

Nesse contexto, Costa (2022) afirma que é de praxe nos trabalhos de geomorfologia as etapas relacionadas ao delineamento genético das formas do relevo, principalmente de identificação, caracterização, e da classificação, procedimentos aplicados em diversos ambientes com finalidade descritivas e/ou morfométricas, como fora aplicado recentemente por Barros e Galvínio (2022).

Paschoal et al. (2016), aplicaram parâmetros geoindicadores obtidos, através do ajustamento de procedimentos clássicos da geomorfologia, adequando-os com a aplicação de novas técnicas de mapeamento, informando que o processo de análise geomorfológica, vem evoluindo em resultados mais precisos dos mapeamentos geomorfológicos.

Atualmente, Lima (2021) esclarece que há uma lógica por trás da investigação da gênese das fácies geomorfológicas ao longo do tempo, pois para a sociedade contemporânea, é de fundamental importância devido aos eventos e à dinâmica dos processos geomorfológicos que afetam direta ou indiretamente diversas atividades humanas. Da mesma forma, o avanço de ravinas e voçorocas pode modificar o relevo e inviabilizar o uso da terra para determinadas atividades.

Os estudos geomorfológicos buscam identificar áreas de grande escala de processos gerais, como Unidades Morfoesculturais (FLORENZANO, 2008; ROSS, 2014), mas permitem mapear formas de relevo locais mais específicas, como as realizadas por Jacoby, Peterson e Dogwiler (2011); Martha, Saha e Kumar (2012); Melo et al. (2015); Melo e Couto Junior (2017), Bertolini, Deodoro e Boettcher (2019), Corrêa et al. (2021); Guerra e Lazzari (2021), entre outros estudos realizados em menor escala, como o aplicado nesta pesquisa mais detalhada de feições geomorfológicas.

Os aspectos fisiográficos são abordagens relacionadas à compreensão ambiental e podem complementar propostas para avaliação estrutural do relevo. Guerra e Lazzari (2021) aplicou a avaliação geomorfológica e outras componentes da paisagem, além da geologia, na área da Toscana, Romagna e Apeninos Marcheanos, como ferramenta de inventário de geopatrimônio. Estudo semelhante foi desenvolvido por Lima (2020), mapeando os geopatrimônios do município de Caiapônia, estado de Goiás, mesma região onde se aplicou o presente estudo, com a vertente de correlação dos aspectos estruturais.

Para a aplicação da pesquisa, foi imprescindível a organização de um banco de dados contendo referências bibliográficas e armazenamento de informações de dados geográficos físicos, com informações de imagens de radar, mapas temáticos e registros fotográficos em campo.

Assim, foi fundamental a realização desta pesquisa, correlacionando dados cartográficos para a compreensão das formas geomorfológicas, pois auxilia na identificação das unidades morfoesculturais da paisagem, e com a combinação de descrições e observações em campo, forneceram respectivamente dados ainda mais precisos para a análise da síntese final da pesquisa.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar e correlacionar dados de diferentes mapeamentos dos principais fatores fisiográficos estruturais (geologia, acidentes geográficos e pedologia) por meio da comparação incluída no conjunto de unidades geomorfológicas que englobam a bacia hidrográfica do rio Bonito com base em análises pertinentes ao tema, propostas por Arruda et al. (2008), Silva (2009) e Melo e Couto Junior (2017).

Portanto, a pesquisa abordou aspectos estruturais de forma integrada para subsidiar o estudo mapeando a compreensão da geologia, do relevo e da pedologia local, obtendo um maior conhecimento da dinâmica geomorfológica, pois afeta diretamente os processos de avaliação de risco ambiental, as atividades antrópicas e a configuração do próprio relevo.

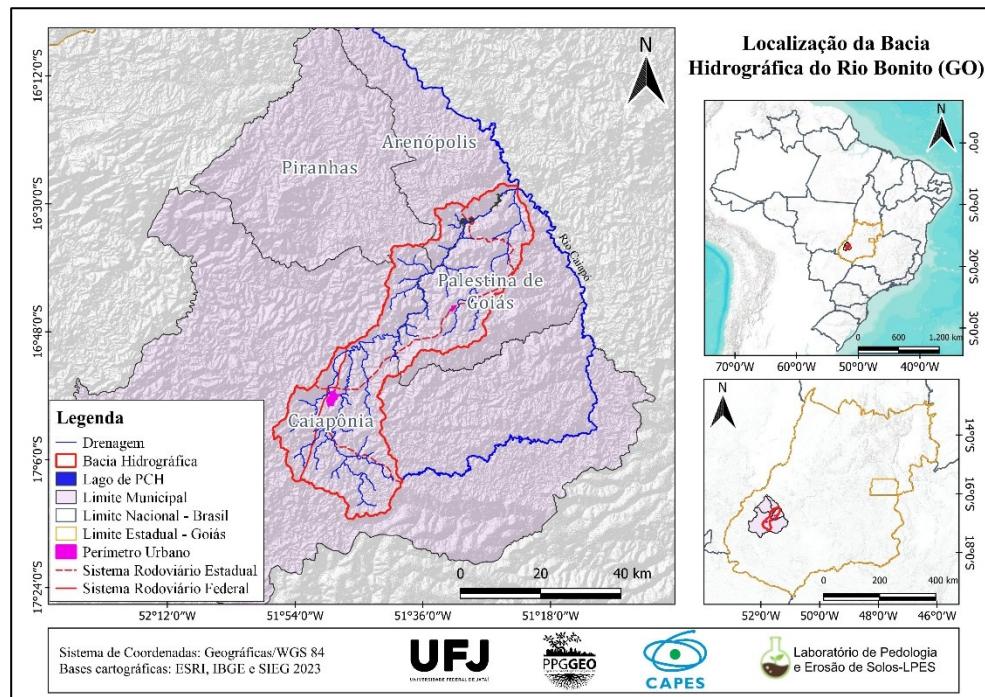
## 2. Metodologia

### 2.1. Área de Estudo

A área delimitada nesta pesquisa comprehende a Bacia Hidrográfica do Rio Bonito, com 2015 km<sup>2</sup> de área coberta e 149 km de extensão. Localiza-se no espaço territorial dos municípios de Arenópolis, Caiapônia e Palestina de Goiás. Os cursos d'água são desenvolvidos no topo de rochas sedimentares, identificando drenagem com padrão dendrítico. De acordo com Christofolletti (1980), os cursos ocorrem principalmente em áreas de rochas homogêneas ou camadas

horizontais, de forma uniforme e também podem aparecer em camadas resistentes, com pouca ou quase nenhuma influência controladora sobre as formas.

Na bacia, as principais nascentes iniciam perto da serra da Cuesta do Caiapó, no município de Caiapônia, onde um dos cursos afluentes, o Córrego das Galinhas, abastece a área urbana de Caiapônia, seguindo até Palestina de Goiás, divisa com os municípios de Piranhas e Arenópolis, com sua foz no Rio Caiapó, importante bacia contribuinte para o rio Araguaia (Figura 1).



*Figura 1 – Localização da área de estudo.*

*Fonte: Autores (2023).*

No curso principal do rio, foram inseridas três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), as PCHs Rio Bonito, Tamboril e Rênic, com usos hidrelétricos significativos, e as atividades antrópicas ocupam a região devido ao avanço da agricultura com cultivo de grãos e pastagens (PEREIRA, 2021; PEREIRA; MARTINS, 2022). Assim, o uso dos recursos hídricos e da terra tem sido responsável por mudanças no ambiente natural.

O ambiente de pesquisa está localizado na porção sudoeste do Estado de Goiás, no Bioma Cerrado, berço das grandes bacias hidrográficas brasileiras. A vegetação abrange o Estado de Goiás e outros 10 estados, sendo uma fitofisionomia que está entre as mais antropizadas nos últimos tempos, ocupada pela agricultura, silvicultura, mineração e outros usos (SANO et al., 2020).

O clima do Bioma Cerrado é marcado por meses onde a distribuição da precipitação média anual no Cerrado é apresentada por Sano et al. (2020) em dados com média anual de 1.394 mm, com desvio padrão de 255 mm, conforme resultados do processamento de dados dos sensores do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). Nas porções centrais do bioma, próximas às áreas de transição, a precipitação muda, semelhante ao bioma Caatinga (650 mm) e Amazônia (2.250 mm).

## 2.2. Procedimentos cartográficos

As etapas fundamentais para execução da pesquisa, foram a partir dos mapeamentos, e realizaram-se por meio de aquisição dos dados temáticos vetoriais de bases em shapefiles refinados pela Superintendência de Geologia e Mineração (SIC), disponíveis na plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) do estado de Goiás, na escala de

1:250.000, Datum Sirgas 2000, fuso 22 Sul, nos recortes cartográficos (Folhas SE-22-V-D de Jataí e SE-22-V-B de Iporá) para a área de estudo (IBGE, 2018).

Posteriormente, a organização de banco de dados, foi com base na utilização de técnicas digitais de tratamento de dados, recursos de informações espaciais e operacionais de SIGs (Sistema de Informações Geográficas), para elaboração dos mapeamentos, utilizou-se software livre de geoprocessamento, o QGIS, versão 3.28 Firenze, seguindo os procedimentos, preconizados por Dalla Corte et al. (2020), tanto de dados vetoriais quanto matriciais.

As imagens de radar da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) das folhas de Jataí e Iporá, com resolução espacial de 30 metros, foram adquiridas em Modelo Digital de Elevação (MDE) (USGS, 2015), e usadas para delimitar a bacia hidrográfica e determinar a rede de drenagem, realizadas automaticamente pelo software QGIS, na caixa de ferramentas SAGA, na opção Terrain Analysis – Channels, algoritmo “Channel network and drainage basins” (DALLA CORTE et al., 2020).

A partir do recorte cartográfico das bases de geologia, geomorfologia e pedologia, foi possível confeccionar os mapas conforme o tratamento de dados de camadas do tipo vetor para a extensão shapefiles, no software de SIG utilizado, e as classes obedeceram às normas de colorimetria dos manuais técnicos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para a geologia e geomorfologia (IBGE, 2009), e do SIBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) para o tema pedologia (SANTOS et al., 2018).

Considerando a geomorfologia, foram efetuados mapeamentos com base nas grandes unidades Geomorfológicas de Latrubesse e Carvalho (2005), disponíveis pela Superintendência de Geologia e Mineração (SIC), na plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) (SIEG, 2006) e os padrões de formas de relevo adquiridos na plataforma geociências do IBGE (2018).

Martha, Saha e Kumar (2012), demonstraram um estudo integrado, utilizando bases de dados de imagens MDE e um método de mapeamento geomorfológico conforme a gênese estrutural, que foram fundamentais para o estudo de topografia e identificação de formas de relevo.

Assim, as grandes unidades de geomorfologia, constituíram a base para relacionar as variáveis estruturais, pois o sistema geomorfológico representa condicionantes importantes de controle dos aspectos estruturais que são parte da análise de caracterização fisiográfica (CHRISTOFOLLETTI, 1980; GUERRA, 2007; ROSS, 2014).

### **2.3. Tratamento dos dados: sistematização, síntese e observação em campo**

Após os mapeamentos, a elaboração de gráficos e tabelas para mensuração dos resultados, ocorreu com o emprego de cálculos de áreas de abrangências das classes mapeadas, em planilhas no software Microsoft Excel (.xlsx), com finalização de exposição de gráficos na divulgação das sínteses dos dados.

Foram utilizadas também análises das características físicas da bacia, geradas de recortes cartográficos em classes de unidades de geomorfologias distintas, visando identificar as influências exercidas pelos fatores fisiográficos estruturais, bem como características a exposição de propriedades que expliquem as particularidades dessas unidades, baseando-se nas análises de Arruda et al. (2008), Silva (2009) e Melo e Couto Junior (2017).

Posteriormente, procedeu-se na elaboração de perfis longitudinais que tracejasse em cada unidade de geomorfologia, apresentando as descontinuidades altimétricas observadas ao longo do caminho conferido, confeccionados na ferramenta Terrain Profile do QGIS, versão 3.28 Firenze. Em seguida, exportando a tabela de dados em formato compatível para finalização do layout dos perfis, no software Excel (.xlsx).

Realizou-se um trabalho de campo em junho de 2023, visando obter uma melhor compreensão do relevo da bacia. Durante a verificação em campo, foram registradas fotografias para entender como a geomorfologia está distribuída. Além das fotografias, foram observadas as características do relevo de cada unidade de geomorfologia e marcadas suas respectivas coordenadas geográficas, com o objetivo de corroborar com a descrição dos aspectos geomorfológicos da paisagem, com foco que abrangesse as principais feições presentes nas unidades de geomorfologia.

### **3. Resultados e Discussões**

Os resultados inicialmente conferem associações entre os fatores fisiográficos estruturais das camadas de rochas (Geologia), relevo (Geomorfologia) e solos (Pedologia), e a distribuição dessas classes nas unidades de geomorfologia, consistindo essa categoria como base para a análise de padrões que englobam semelhanças destacadas em cada unidade separadamente, conforme as características de sobreposição de cada mapeamento realizado.

Assim, análises com utilização das relações físicas associadas as unidades do relevo foram aplicadas em estudos desenvolvidos por Arruda et al. (2008), Silva (2009) e ainda Melo e Couto Junior (2017), para reconhecer as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem, com variáveis desde as constituintes do meio ambiente até o uso das terras, de interferência antrópica.

### **3.1. Aspectos fisiográficos**

A Figura 2 apresenta os mapas de caracterização fisiográfica, que apresentam quatro tipos de mapas básicos de elementos estruturais da área de estudo.

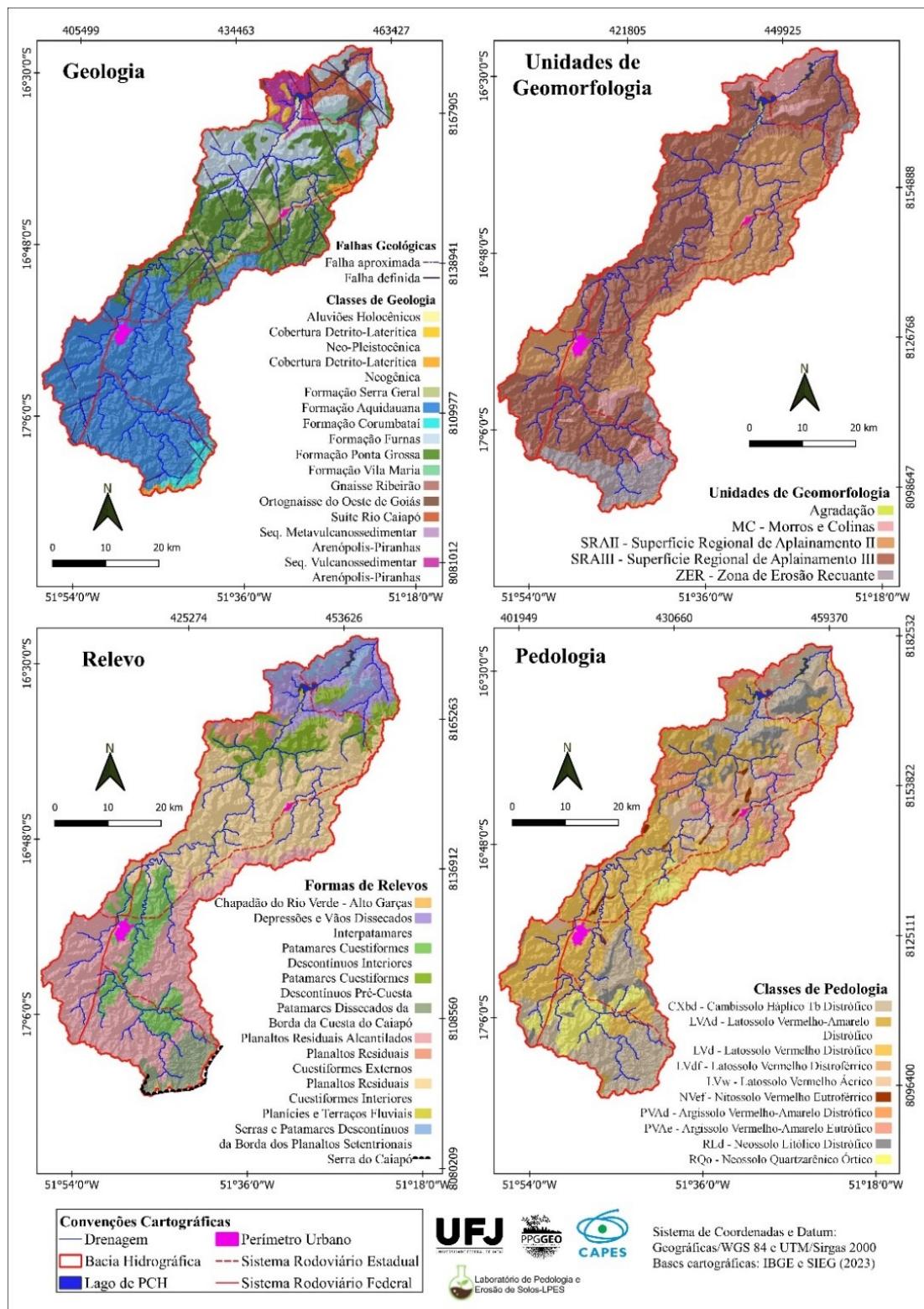


Figura 2 – Mapas da caracterização fisiográfica da Bacia do Rio Bonito (GO).  
Fonte: Autores (2023).

De acordo com o mapa de geologia, existe grande diversidade, contando com 14 tipos de estruturas geológicas diferentes. As mais proeminentes são as formações Aquidauana e Ponta Grossa, com grande exposição na área, com sedimentos argilosos e arenosos de 359-299 milhões de anos atrás (RADAMBRASIL, 1978; MOREIRA et al., 2005). Outras estruturas relevantes são destacadas, como a Formação Furnas (Paleozoica) de arenito feldspático do grupo Paraná e a Serra Geral (Mesozoica), próximas da região central da bacia e da calha fluvial do Rio Bonito. As estruturas ígneas da Formação Serra Geral foram formadas a partir de vulcanismos fissurais e resfriamentos de subsuperfícies, formadas por basaltos, diques e soleiras de diabásio (HASSUI et al., 2012, POPP, 2014).

A geomorfologia encontra-se distribuída em cinco unidades geomorfológicas básicas, descritas por Latrubesse e Carvalho (2006), como unidades genéticas denudacionais geradas pelo arrasamento/aplanoamento de uma superfície de terreno, com predomínio de estruturas resistentes proporcionada por residuais erosivos e áreas de depósitos sedimentares cenozoicos, baseadas na similaridade das formas de relevo e na altimetria relativa. E foram a base para relacionar as outras variáveis na análise de caracterização fisiográfica da presente pesquisa.

As áreas de Planaltos dos tipos cuestiformes externos e interiores e do tipo alcantilados, estão concentradas na região entre a montante e a margem do Rio Bonito, cercadas na direção sul pelos patamares dissecados da borda da Cuesta do Caiapó, e no norte da bacia pelas Depressões e Vão Dissecados Interpatamares. Os Patamares Cuestiformes Descontínuos Interiores e Pré-cuesta estão situados entre vales fluviais e próximos de planaltos residuais dos tipos mencionados anteriormente.

Os solos encontrados na bacia foram definidos de acordo com Santos et al. (2018), ocupando maior área, ficaram o Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) e o Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd) que incluindo em conjunto, cobre a maior parte da bacia. Após, outros solos recebem evidência na região, como o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (PVAd) e o do tipo Distrófico (PVAd), o Neossolo Litólico Distrófico (RLd) e o Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVef), com menos representação.

### **3.2. Análise da distribuição dos fatores fisiográficos estruturais nas Unidades de Geomorfologia**

No mapeamento das Unidades de Geomorfologia, apresentaram-se 5 classes distintas, conforme demonstrado na Tabela 1 com a distribuição percentual da ocupação na área da bacia em questão. Com pequena extensão, está a classe de Agradação (com 13,27 km<sup>2</sup> e 0,66% de área), localizada na calha fluvial, envolvendo deposições de sedimentos recentes. Nas áreas de MC de morros e colinas as exposições de rochas evidenciam-se, dimensão de área de 143 km<sup>2</sup>, equivalente a 7,13%.

Nas bordas a montante da bacia, tem a presença da Zona de Erosão Recuante (ZER), compreendendo 157,89 km<sup>2</sup>, sendo a terceira classe de menor tamanho na bacia, representando 7,84% da bacia. E as duas maiores representantes das Unidades de Geomorfologia foram as unidades de superfícies regionais de aplanoamento, SRAII entre as cotas 550-750 m (possui 32,14% de área, respectivamente 647,87 km<sup>2</sup>) e SRAIII de 750-1250 m (com 52,23%, 1052,40 km<sup>2</sup>, mais da metade da área da bacia), e compõem as maiores representantes do ambiente, cobrindo a parte central do espaço territorial da bacia hidrográfica do Rio Bonito, distinguindo de acordo com as curvas altimétricas.

*Tabela 1 – Dados de área ocupada pelas Unidades de Geomorfologia.*

<b>Classes de Unidade de Geomorfologia</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Agradação	13.27	0.66%
MC	143.68	7.13%
SRAII	647.87	32.14%
SRAIII	1052.40	52.23%
ZER	157.89	7.84%
Total	2015.12	100.00%

*Fonte: Autores (2023).*

Os segmentos referentes as classes de geologia encontram-se inseridas nas unidades possuindo relações com fatores externos de exposição dos eventos erosivos ao longo do tempo geológico. A classe Agradação com menor expressão, representa áreas de acúmulo sedimentar, e identifica os Aluviões Holocênicos com 5,77 km<sup>2</sup>, seguido da Formação Ponta

Grossa centro da bacia, 3,49 km<sup>2</sup>, mas expõe a sequência metavulcanossedimentar no 3,13 km<sup>2</sup>. Assim, na porção mais elevada do relevo, expõe as feições de folhelhos da Formação Ponta Grossa e ao canal fluvial próximo da foz do Rio Bonito, os acúmulos de sedimentos recente holocênico, com uma faixa de rochas mais resistentes, já próximo da unidade de MC (Figura 3).

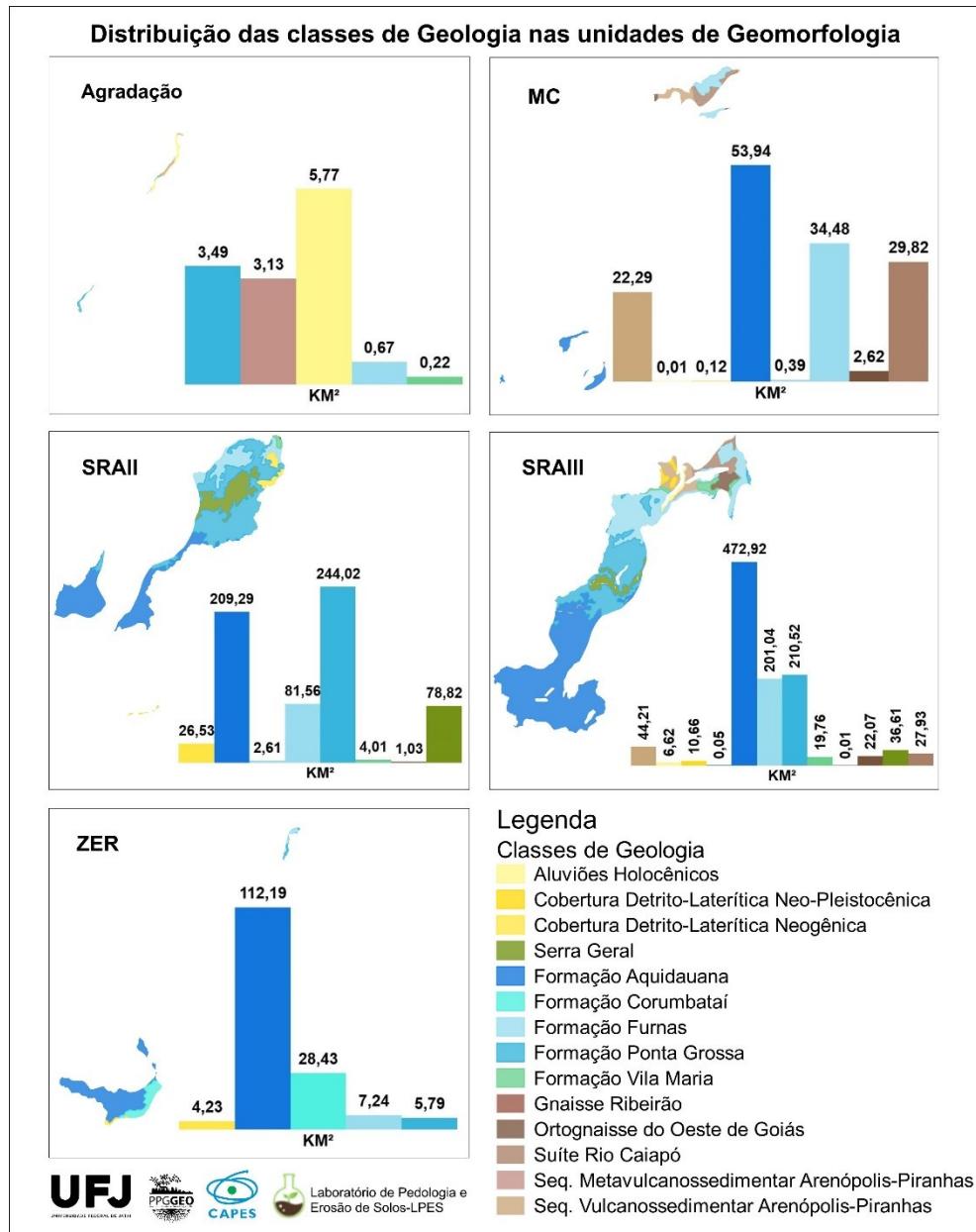


Figura 3 – Distribuição das classes de geologia em unidades de geomorfologia.

Fonte: Autores (2023).

A unidade Morros e Colinas, se encontra em partes setorizadas na bacia, próximo das partes mais rebaixadas e nas mais elevadas, permitindo comparações das litologias diferentes. A montante prevalece a Formação Aquidauana e na jusante A Formação Furnas e rochas ígneas e metamórficas do complexo Goiano (HASSUI et al., 2012).

As unidades SRAII e SRAIII, bem como a ZER, trazem as Formações Aquidauana, Ponta Grossa e Furnas com pacotes sedimentares frágeis, que vem dissecando o relevo, representa mais da metade do espaço da bacia, e os processos erosivos já levaram parte dessas unidades geológicas próximas da região da foz do Rio Bonito.

Os padrões das formas de relevos são correspondentes às Formações geológicas e resistências litológicas. Quando observadas, no centro das SRAII e SRAIII, os planaltos residuais cuestiformes são abrangentes. Enquanto na borda da bacia, na zona de erosão recuante, os patamares dissecados da borda da cuesta do caiapó, compreende 68,93 km<sup>2</sup>, assim como os Planaltos Residuais Cuestiformes Externos, com 71,85 km<sup>2</sup> (Figura 4).

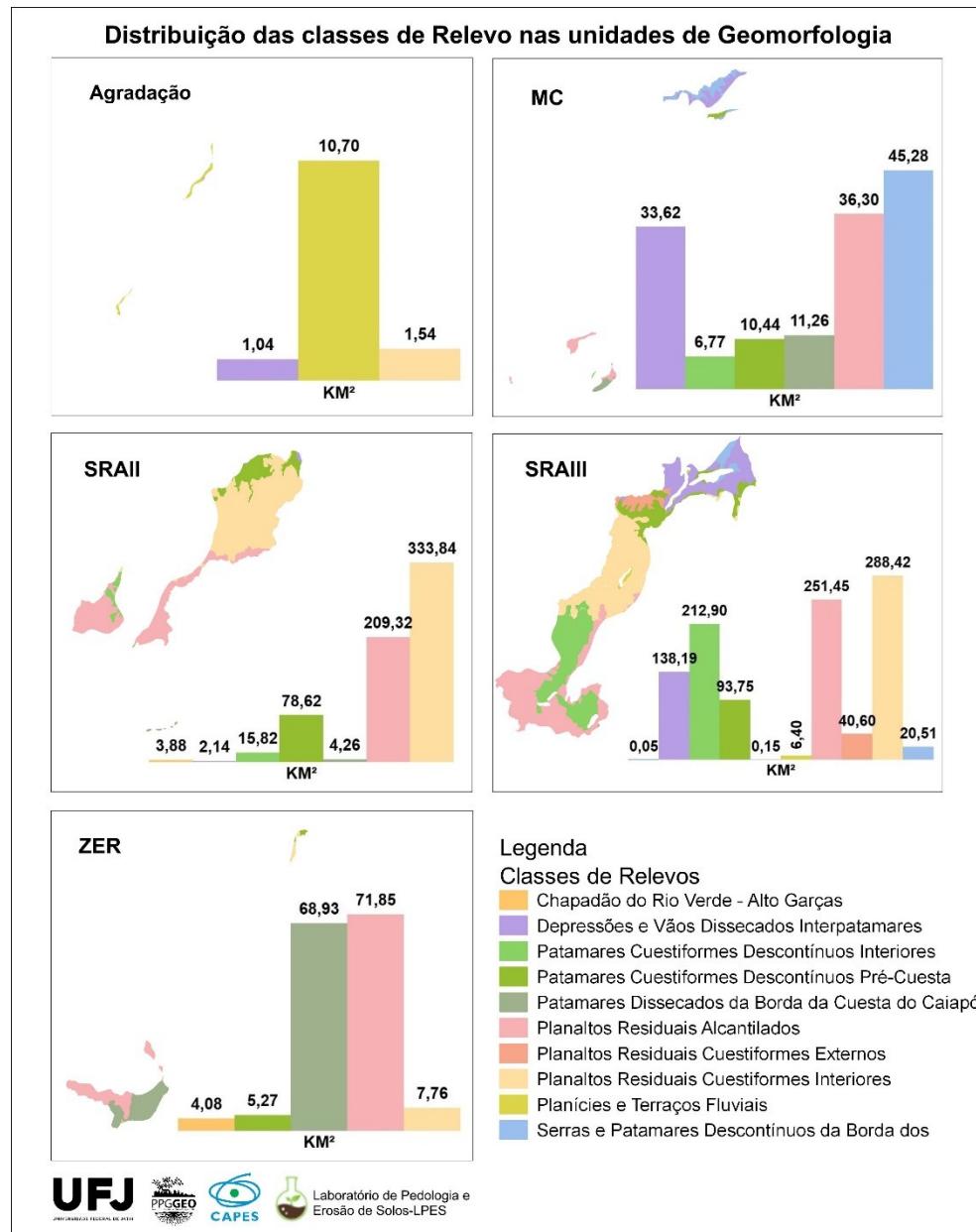


Figura 4 – Distribuição das classes de relevo em unidades de geomorfologia.  
Fonte: Autores (2023).

As áreas de Depressões e Vãos Dissecados Interpatamares encontram-se nas altitudes menores, onde permanecem as unidades de Agradação, MC e SRAIII, localizando-se próximos da foz do Rio Bonito, expondo unidades geológicas mais antigas.

Nas unidades de geomorfologia com tamanho inferior (Agradação, MC e ZER), o Cambissolo Háplico Tb Distrófico foi o representante de destaque. Nas SRAII e SRAIII, os Latossolos Vermelho Distrófico teve valor mais elevado, ocupando 212,51 km<sup>2</sup> na unidade SRAII, e 432,19 km<sup>2</sup> na maior unidade de geomorfologia a SRAIII, os outros tipos Vermelho-Amarelo Distrófico, Vermelho Distroférrico, Vermelho Ácrico, dentre outros, estão em porções inferiores nas demais classes, representados na Figura 5.

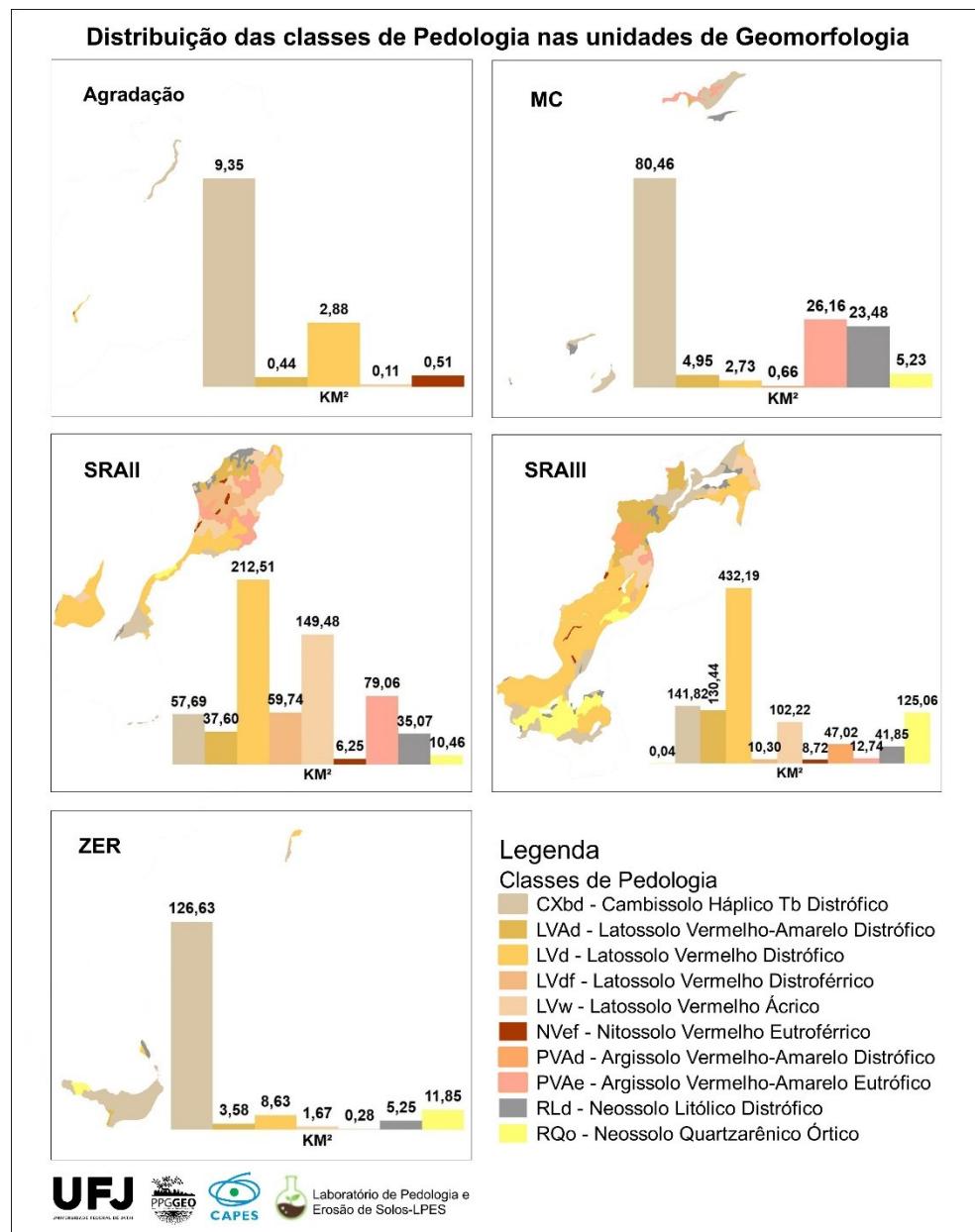


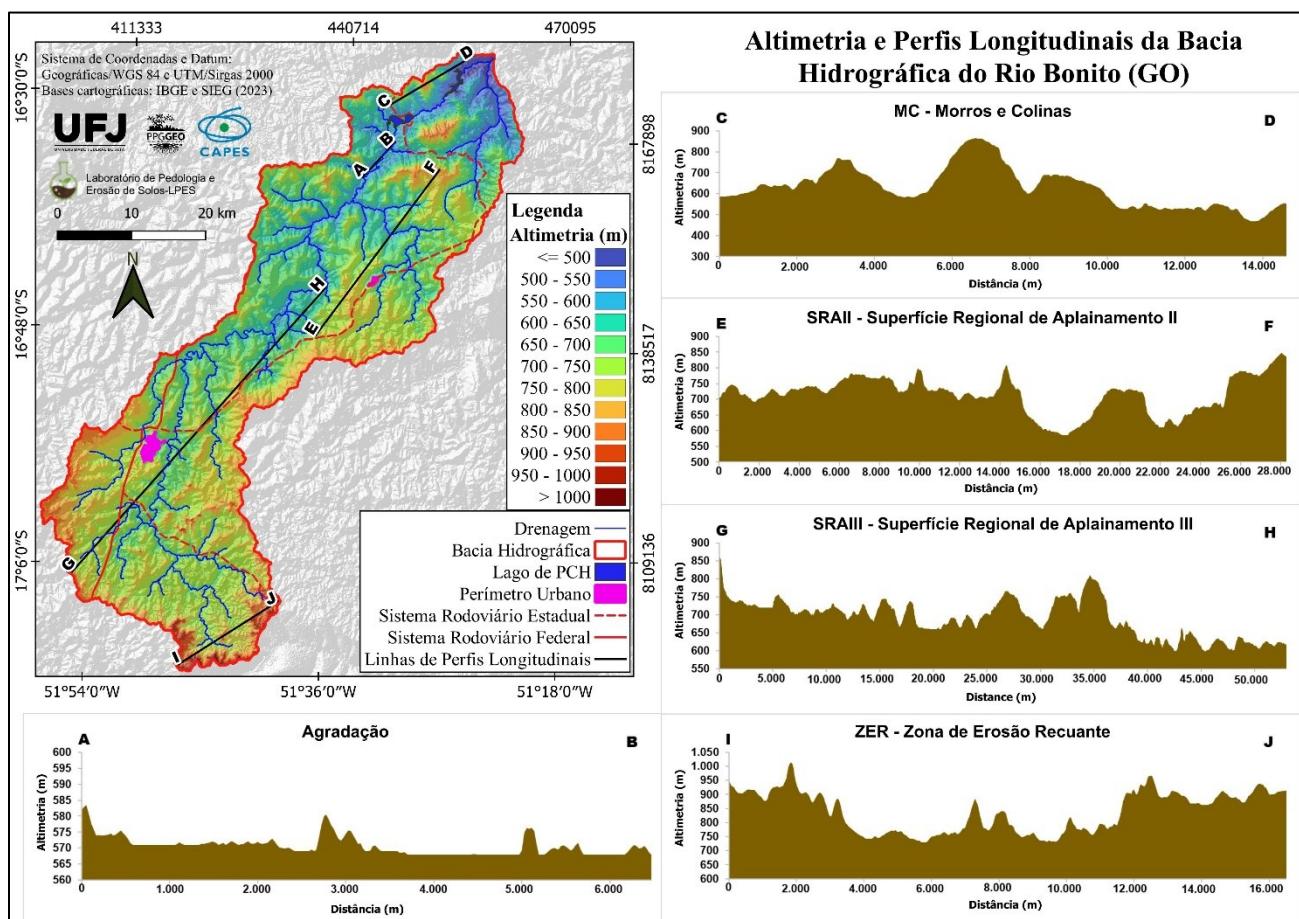
Figura 5 – Distribuição das classes de pedologia nas unidades de geomorfologia.  
Fonte: Autores (2023).

Esses solos foram distribuídos no modelado devido às características geomorfológicas, pois, Motta et al. (2002), constatou-se que o relevo é fator condicionante para a distribuição espacial dos solos. Na bacia, a geomorfologia em conjunto com os latossolos, vem favorecendo ocupações antrópicas de usos agrícolas, segundo Pereira (2021).

### 3.3. Análise dos Perfis topográficos nas Unidades de Geomorfologia

Os perfis transversais da bacia foram analisados em conjuntos, após traçados na extensão Terrain Profile, do software QGIS, versão 3.28 Firenze, registrados em tabelas as descontinuidades topográficas.

Para registrar os perfis altimétricos foram ressaltados cada seguimento compatibilizando com as unidades de geomorfologias, pois, condicionaram a organização espacial com declínio da variação hipsométrica, como foram aplicados nos mapeamentos de geomorfologia do projeto RADAMBRASIL (1978), bem como distribuição bem pronunciada, das amplitudes altimétricas na bacia do rio Barra Grande por Bertolini, Deodoro e Boettcher (2019). Assim, detectou-se variação de altitude, com amplitude média de 500 metros, obtida entre o ponto mais elevado à montante na Serra do Caiapó até a foz do Rio Bonito (Figura 6).



*Figura 6 – Mapa de altimetria e perfis longitudinais em unidades de Geomorfologia.  
Fonte: Autores (2023).*

Para representar a avaliação altimétrica, foram traçados 5 perfis longitudinais, dentro de cada unidade de geomorfologia, visando identificar as variações de altitudes do terreno em cada unidade. Observou-se na parte de Agradação valores entre 570 e 575 metros, com terrenos planos e suave ondulados. O perfil da seção C-D, compreende 580 a 880 metros e representa morros isolados na unidade MC, localizados na borda limite da foz do rio Bonito, compreendendo estruturas côncavas e convexas no relevo.

As superfícies regionais de aplainamento SRAII e SRAIII, foram definidas com maior distância, com 28 e 50 km de extensão, pois as duas unidades estão em maiores ocupações de área. Percebe-se áreas bem dissecadas, com padrão suave ondulado, e vertentes como côncavas aonde os rios cortam. Apresentando residuais erosivos. O perfil da seção G-H, foi traçado perpendicular ao longo do Rio Bonito, permitindo observar topografia de 850 m da borda e nascentes, até o curso médio com 580 m do Rio Bonito.

A Zona de Erosão Recuante tem no perfil I-J, as maiores elevações, até 1.020 m, situadas nas extremidades da linha do perfil, recortando áreas da borda da Serra do Caiapó, onde se encontram as nascentes do Rio Bonito.

A bacia possui topos convexos e vales abertos, contrastando com os padrões descritos por Silva e Girão (2020), que observaram uma morfologia caracterizada por morros com topos convexos acentuados e vales fechados e íngremes.

### 3.4. Análise das paisagens nas unidades de Geomorfologia

Observa-se que os registros deixados pelos processos geológicos passados se desenvolveram de maneira intensa devido à erosão, como evidenciado pelos pontos de maior elevação na bacia hidrográfica onde está a serra da Cuesta do Caiapó (Figura 7).

Nessas áreas de abrangências, nas fáceis erosivas, se observa três padrões de relevos, os topos planos dos Chapadões do Rio Verde, as escarpas erosivas da Cuesta do Caiapó, e as fáceis dissecadas das SRAIII.



Figura 7 – Relevo da borda da Cuesta do Caiapó, destacando a Zona de Erosão Recuante. Data: Julho de 2023.

Coordenadas do ponto:  $17^{\circ} 9' 8.16'' S$ ;  $51^{\circ} 39' 12.38'' W$ . Altura: 902 m.

Fonte: Autores (2023).

O vale ressaltado na Figura 8, na descida da estrada, está entre a Zona de Erosão Recuante, rebaixando para as partes de aplainamentos dos planaltos residuais das unidades de SRAII e SRAIII, regiões dissecadas e associados a Formação Aquidauana, marcado por relevo suave ondulado, a frente em terceiro plano, estão áreas de Morros e Colinas, sendo os residuais testemunhos do relevo passado na atual paisagem regional.

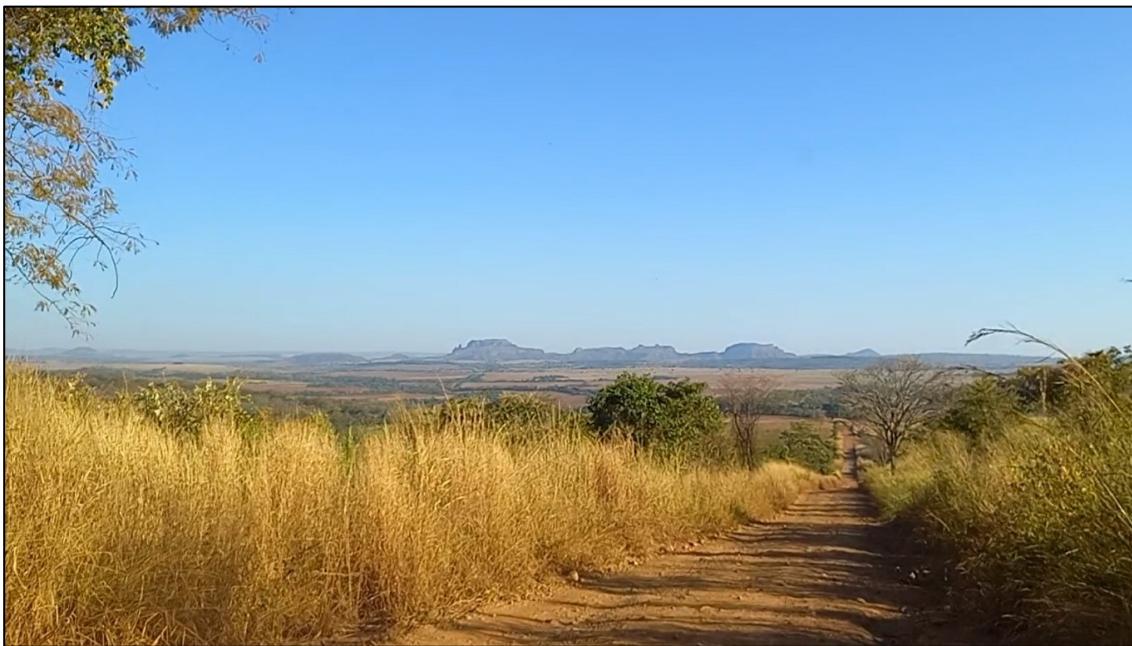


Figura 8 – Forma de relevo de planaltos residuais e superfícies de aplainamento regional. Data: Julho de 2023.

Coordenadas do ponto: 17° 7' 21,69" S; 51° 40' 45,33" W. Altura: 772 m.

Fonte: Autores (2023).

A imagem da Figura 9, se apresenta os ambientes de dissecação, pertencentes as classes litológicas de arenitos carboníferos (Formação Aquidauana) sobrepostos a arenitos devonianos (Formação Ponta Grossa), principalmente, definidas em geoformas que coincidem com zonas de testemunhos durante processos cretáceos horizontais de denudação (LIMA, 2020). Além, de topos arredondados nas áreas de interflúvios médios com formas convexas, conforme determinados em Florenzano (2008) e Costa (2022).



Figura 9 – Relevo de morros e colinas com níveis de patamares descontínuos. Data: Julho de 2023. Coordenadas do ponto:  $17^{\circ} 5' 1.62'' S$ ;  $51^{\circ} 44' 18,81'' W$ . Altura: 761 m.  
Fonte: Autores (2023).

Conforme a Figura 10, está delimitado o vale do rio Bonito, ambiente de acumulação fluvial, na faixa da unidade de Agradação, que é sedimentar de pacotes aluvionares holocénicos. As elevações são quase imperceptíveis, com grupos interfluviais suavemente ondulados e elevações baixas pronunciadas, onde a encosta do vale se funde com a planície. Ao fundo, níveis mais altos de colinas próximas de outra unidade de geomorfologia são visíveis.



Figura 10 – Relevo de acumulação de sedimentos da classe Agradação. Data: julho de 2023. Coordenadas do ponto:  $16^{\circ} 37' 40,83'' S$ ;  $51^{\circ} 33' 6.30'' W$ . Altura: 575 m. Largura entre margens: 24 metros.  
Fonte: Autores (2023).

Assim, na bacia do Rio Bonito, o vale central tem algumas elevações com declividade menor na zona de Agradação e nas Superfícies Regionais de Aplainamentos, e mais ondulada a escarpada, nas áreas de Morros e Colinas, que estão destacadas no centro da região das superfícies de aplainamento, e também a jusante, com topos arredondados ou planos, já as superfícies erosivas da Zona de Erosão Recuante, determinam as áreas de extensões dos processos erosivos mais atuantes na paisagem atual da bacia.

#### 4. Considerações finais

A análise dos dados foi eficiente, e os produtos obtidos neste trabalho permitiram a identificação de áreas com diversidades estruturais, auxiliando na percepção dos elementos das caracterizações físicas observados. Além disso, os componentes mapeados mostraram-se correlacionados de acordo com os procedimentos aplicados, para se avaliar as correlações da paisagem verificada.

Analisaram-se amplas diversidades das características fisiográficas, pois diversas classes foram identificadas e diferenciadas nos mapeamentos, incluindo 14 unidades de aspectos geológicos, 10 classes de solos e 10 categorias de formas de relevos, de acordo com os processos de delineamento geomorfológico, pertencentes às 5 unidades de geomorfologias gerais traçadas como plano de fundo.

Com relação aos aspectos geológicos, há uma predominância na área de estudo dos sedimentos das Formações Aquidauana e Ponta Grossa, cobrindo as áreas inferiores das Formações Furnas e Serra Geral. A jusante do rio Bonito, estão presentes rochas cristalinas pré-cambrianas do complexo goiano, expostas principalmente por meio da dissecação fluvial do relevo na confluência dos rios Bonito e Caiapó.

Conforme a geomorfologia as 10 unidades identificadas são de diferentes formas de relevo e seus aspectos estão relacionados, por condicionantes litológicas e estruturais e aos sistemas de agentes erosivos. Por exemplo, a borda direção Sul da bacia, está à frente de recuo erosivo da Cuesta do Caiapó, perpendicular estão os Patamares Dissecados, seguidos dos Planaltos Residuais Alcantilhados e Cuestiformes, classes que apresentam áreas de colinas interiores, testemunho que mostram como os ambientes evoluíram nas eras passadas.

Segundo as classes de solos, observou-se presença expressiva de sedimentos diversos, tanto de origens de processos erosivos quanto de desgaste das rochas das formações pré-existentes. Como de diferentes tipos de latossolos em áreas próximas a terrenos suaves-ondulados, favorecendo as ocupações agrícolas, que já são intensas na região.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro prestado. Estendem o agradecimento ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, ao Instituto de Geografia (IGEO) e ao Laboratório de Pedologia e Erosão do Solo (LPES) da Universidade Federal de Jataí (UFJ) pelo incentivo e apoio.

#### Referências

- ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S.; MARTINS, E. S.; MARTINS, R. C.; CAMPOS, R. N. Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica do Bioma Cerrado. In: SANO, S.; ALMEIDA, S. P. (Org.). *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa, 2008. Cap 8, p. 229-270
- BARROS, J. P. F. G.; GALVÍNCIO, J. D. Caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas do rio Una e Mundaú utilizando dados do LiDAR, Pernambuco 3D. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 15, n. 5, 2022, p. 2671-2688.
- BERTOLINI, W. Z.; DEODORO, S. C.; BOETTCHER, N. Análise morfométrica da bacia do Rio Barra Grande - Oeste de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.20, n.1, 2019, p.3-17.
- CHRISTOFOLLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CORRÊA, C. V. S., et al.. Assessment of the potentiality to the debris-flow occurrence from physiographic and morphometric parameters: a case study in Santo Antônio Basin (Caraguatatuba, São Paulo State, Brazil). *Anuário do Instituto de Geociências*, v.44, 2021, p.1-14.

- COSTA, J. M. L. M. Mapeamento e caracterização geomorfológica da bacia do rio Apuaê-Mirim/RS com base na distinção de patamares a partir das descontinuidades no relevo. *Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v. 26, e38, 2022, p. 1-40.
- DALLA CORTE, A. P. et al. *Explorando o QGIS 3.X*. Curitiba: Editora: dos Altos, 2020, 396p.
- FLORENZANO, T. G. (org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GUERRA, GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. et al. *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Betrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007.
- GUERRA, V.; LAZZARI, M. Geomorphological mapping as a tool for geoheritage inventory and geotourism promotion: a case study from the middle valley of the Marecchia River (northern Italy). *Géomorphologie relief processus environnement*, v. 27, n. 2, 2021, p. 127–145.
- HASSUI, Y. et al. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Geociências: Downloads*. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/en/geosciences/downloads-geosciences.html>. Acesso em: 15 mai 2023.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manuais técnicos em geociências*. Rio de Janeiro: IBGE. 2009.
- JACOBY, B. S.; PETERSON, E. W.; DOGWILER, T. Identifying the stream erosion potential of cave levels in Carter cave state resort park, Kentucky, USA. *Journal of geographic information system*, v. 03, n. 04, 2011, p. 323–333.
- LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. *Mapa Geomorfológico de Goiás e Distrito Federal*. Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, Goiânia, 2005, 67p.
- LIMA, Andreia Maciel. *Avaliação da biodiversidade do município de Caiapônia – GO*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Programa de Pós-graduação em Geografia, Goiânia, 2020. 136p.
- LIMA, V. F. DE; FURRIER, M. Detail geomorphological mapping proposal: a practical application in tabular relief. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 07, 2020, p. 3478–3497.
- LIMA, V. F. de. *Influência estrutural na configuração geomorfológica do setor sudeste da Paraíba e nordeste de Pernambuco*. Tese UFPB - Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2021. 179p.
- MARTHA, T. R.; SAHA, R.; KUMAR, K. V. Synergetic use of satellite image and DEM for identification of landforms in a Ridge-Valley topography. *International journal of geosciences*, v. 03, n. 03, p. 480–489, 2012.
- MELO, A. C. A. de; COUTO JÚNIOR, A. F. Os padrões geomorfológicos condicionam a organização espacial da ocupação antrópica da bacia do Rio Maranhão. In: XVIII Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto (SBSR), 2017, Santos - SP. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2017, p. 972-979. ISBN 978-85-17-00088-1.
- MELO, D. C. D.; XAVIER, A. C.; BIANCHI, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; SCANLON, B. R.; LUCAS, M. C.; WENDLAND, E. Performance evaluation of rainfall estimates by TRMM multi-satellite precipitation analysis 3B42V6 an V7 over Brazil. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 120, p. 9426-9436, Aug. 2015.
- MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, V. A. de; LACERDA FILHO, J. V. de; COSTA, H. F. da. *Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal*. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL, 2009.
- MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solosuperfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, 2002, p.869-878.

- PASCHOAL, L. G.; RAMOS, A. M.; CUNHA, L. J. S. da; CUNHA, C. M. L. da. Estudos Geomorfológicos em área de mineração em Portugal: Cartografia Geomorfológica para análise do impacto antrópico sobre o relevo. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], v. 17, n. 1, 2016, p.61-78.
- PEREIRA, R. G. *Análise empírica da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Bonito - GO*. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Jataí, Jataí, 2021. 109p.
- PEREIRA, R. G.; MARTINS, A. P. Fragilidade ambiental potencial e emergente na bacia hidrográfica do rio Bonito-GO – Brasil. *Geoambiente On-line*, Goiânia, n. 42, 2022, p.71-86. ISSN 1679-9860.
- QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System (versão 3.28, Firenze)*. 2023. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- RADAMBRASIL, Projeto. *Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.*" Ministério das Minas e Energia, Folha Goiânia. SE 22, 1983.
- ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 9 ed. São Paulo: Contexto, 2014.
- SANO, E. E.; BETTIOL, G. M.; MARTINS, E. S., COUTO JÚNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; BOLFE, E. L.; VICTORIA D. de C. Características gerais da paisagem do Cerrado. In: BOLFE E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, K. S. *Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções*. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.
- SANTOS, H. G. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5<sup>a</sup> ed. revista e ampliada. Brasília: Embrapa. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 355p.
- SIEG, Sistema de Geoinformação de Goiás. *Base de Dados Cartográficos: Folhas SE-22-V-D de Jataí e SE-22-V-B de Iporá*. 2018. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- SILVA, M. K. A. *Análise Geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro*. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia. 2009. 200p.
- TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.
- USGS, Science for a changing world. *Missions: Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*. 2015. Disponível em: <https://dds.cr.usgs.gov/srtm/>. Acesso em: 23 abr. 2023.