1º HIDROGEOMINAS
SIMPÓSIO MINEIRO DE HIDROGEOMORFOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
07 – 10 de setembro de 2026
Departamento de Geografia – UFMG
Belo Horizonte - MG

ANÁLISE DAS CLASSES DE DECLIVIDADE DO CHAPADÃO DO DIAMANTE (SERRA DA CANASTRA) E SUA RELAÇÃO COM PADRÕES DE COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO

Denise Alves da Silva [1]
Silvio Carlos Rodrigues [2]

RESUMO

O mapa de declividade tem sido empregado de modo quase obrigatório, nas últimas décadas, em estudos associados a Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, em conjunto com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade de ventos, entre outras, possibilitando assim, como suas associações, um melhor entendimento e um equacionamento dos problemas verificados no espaço examinado. Metodologias clássicas aplicam a técnica de associar padrões de relevo ou de modelado, a certas classes de declividade previamente aceitas como sendo associadas ao padrão de forma, implicando isto em uma associação de que padrão de relevo e classe de declividade tem uma associação direta. A atual proposta tem o objetivo de analisar se as classes de declividade existentes em uma classificação de formas de relevo se concretizam a partir de uma análise especifica para este tipo de combinação de elementos. Esse estudo foi aplicado no Chapadão do Diamante (ChD) que é a superfície de cimeira da Serra da Canastra em sua porção oriental, localizada no sudoeste de Minas Gerais. Para delimitar as classes de declividade foi necessário encontrar as médias de declividade de cada classe de padrão de relevo, utilizando-se a ferramenta Estatística Zonal. Com a análise dessas médias realizadas, foram delimitadas uma classificação de declividade e realizada uma análise da distribuição das classes de declividade por padrão de relevo. Por meio deste estudo, foram gerados um mapa de declividade e uma série de gráficos que mostram a análise de distribuição de declividade para cada padrão de relevo. Na análise de distribuição foi possível verificar que alguns Padrões de Relevo, como o Relevo Aplainado Associado a Interflúvios, têm associação visíveis entre as classes de declividade que não seriam compatíveis com conjuntos de relevos planos.

Palavras-chave: Declividade, Estatística Zonal, Padrões de Relevo.

INTRODUÇÃO

A declividade de uma vertente pode ser definida como o grau de inclinação que esta tem em relação a um plano horizontal, sendo que vertentes mais inclinadas possuem maiores riscos de processos erosivos e movimentos de massa se acentuarem. Assim sendo, o mapa de declividade

[1] Doutoranda pelo Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU/MG, denisealves1536@gmail.com;
[2] Professor Titular do IGESC da Universidade Federal de Uberlândia – UFU/MG, silgel@ufu.br

auxilia na visualização desse grau de inclinação do relevo em intervalos de classes, possibilitando, através de uma análise integrada a outros mapas, obter entre outras coisas, os resultados da interferência antrópica, sendo indispensável por exemplo, para o planejamento ambiental e para os estudos da paisagem.

Segundo De Biasi (1992), a carta clinográfica, como também é conhecida a carta de declividade, tem sido empregada de modo quase obrigatória, nas últimas décadas, em conjunto com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade de ventos, entre outras, possibilitando assim, com suas associações a um melhor entendimento e um equacionamento dos problemas verificados no espaço examinado.

Por outro lado, os padrões de relevo, facilitam a identificação de diferentes compartimentos, entretanto, são mais empregados em escalas de detalhe, para determinar as vertentes e a suscetibilidade a processos geomorfológicos diversos, como erosão e movimentos de massa, além das aptidões agrícolas, potencialidades e fragilidades de uma área (SANTOS, 2021). Estes padrões de relevo podem caracterizados morfometricamente, além de serem associados com os aspectos geológicos, propiciando a discussão acerca da gênese.

Desse modo, é possível afirmar que embora haja um extensivo uso de mapas de declividade nos estudos de definição de mapas geomorfológicos, ainda persiste uma escassez de pesquisas que investigam sistematicamente sua relação com os padrões de relevo, visando a elaboração de classificações especificas para características geomorfológicas. Além disso, a determinação de possíveis relação entre os padrões de relevo e as classes de declividade, pode auxiliar na análise da organização espacial da paisagem, possibilitando estabelecer se específicos compartimentos possuem características morfométricas únicas, e que modo isso pode facilitar a individualização dessas unidades.

A área de estudo escolhida foi o Chapadão do Diamante (ChD), devido a variedade de formas de relevo e a forte presença de condicionantes estruturais e geológicos que modifica a dinâmica de sua paisagem, tornando-o uma área propicia para averiguar esse tipo de relação. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo compreender se há alguma associação entre classes de declividades existente no ChD com os padrões de compartimentação do relevo, a fim de determinar se os padrões de relevo possuem classes de declividade própria ou são apenas informações complementares, que não definem um compartimento.

Para isso foi necessário delimitar as classes de declividades próprias para o ChD, usando a ferramenta da Estatística Zonal, se baseando nas médias de declividade dos Padrões de Forma de

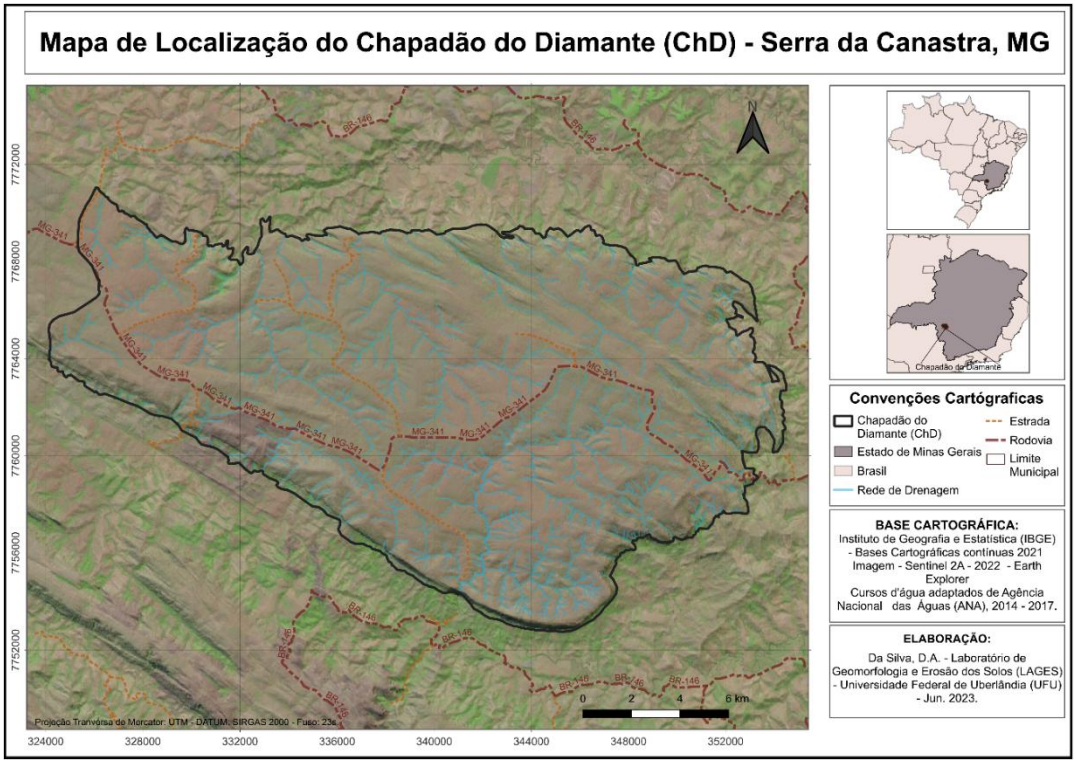
Relevo e analisar a distribuição das classes de declividades por Padrão de Relevo procurando padrões de relações.

Em suma, busca-se incentivar o avanço de debates sobre o uso da declividade nos estudos geomorfológicos, já que apesar de importante, aparentemente não está sendo muito discutido com detalhamento necessário. Os debates que existem, normalmente estão envoltos somente na classificação da declividade e não vão muito além disso, deixando essas discussões muitos superficiais. Espera-se, assim, auxiliar no melhoramento dos métodos de compartimentação relevo e para um entendimento mais completo das relações ente morfometria, morfologia e morfogênese.

ÁREA DE ESTUDO

O Chapadão do Diamante (ChD) localiza-se no interior do Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, abrangendo a área delimitada de aproximadamente de 333 km (Figura 01). Essa posição geográfica confere ao ChD relevância ambiental e geográfica, dada sua inserção em um importante sistema de montanhas e serras do oeste de Minas Gerais. (Rodrigues et al.; 2023)

Figura 1 - Mapa de Localização do Chapadão do Diamante - Serra da Canastra (MG)



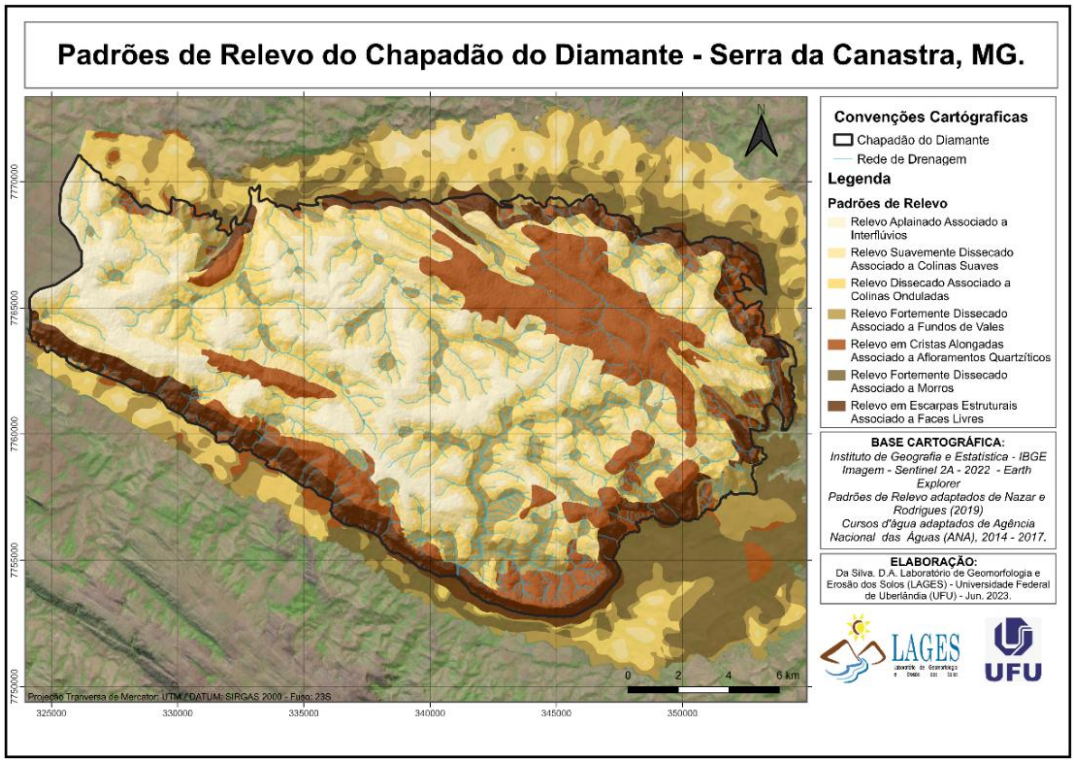
Fonte: Adaptado de Silva (2023).

Sob o ponto de vista climático, o ChD apresenta climas tropicais de altitude derivados das condições morfoaltimétricas regionais, caracterizados por verões quentes e chuvosos e invernos secos, com temperatura média anual em torno de 22 °C. (Nazar e Rodrigues, 2019). Os meses entre outubro e março apresentam as maiores médias térmicas (cerca de 24 °C), enquanto o trimestre junho–agosto registra valores mais baixos, próximos de 18 °C. Já a precipitação anual varia entre 1.000 mm e 1.500 mm, concentrando-se majoritariamente no trimestre dezembro–fevereiro, quando o excedente hídrico intensifica o escoamento superficial e acentua os processos erosivos.

Do ponto de vista hidrológico, o ChD constitui uma das mais importantes cabeceiras de drenagem do Brasil, desempenhando papel estratégico na manutenção dos regimes fluviais regionais. A área abriga nascentes e trechos iniciais de cursos d'água pertencentes às bacias dos rios São Francisco e Paraná.

No âmbito geomorfológico, Nazar e Rodrigues (2018) identificaram padrões de relevo no ChD (Figura 2) com base em métricas topográficas e estruturais, como Densidade de Drenagem, Índice de Concentração da Rugosidade e Densidade Topográfica. O padrão mais frequente é o Relevo Suavemente Dissecado associado a Colinas Suaves, que ocupa 24,6% do ChD. Por outro lado, o padrão menos frequente são os relevos Fortemente Dissecados associados a Fundos de Vales e As Escarpas Estruturais associadas a Faces Livres, com cada padrão ocupando 11,4% da área.

Figura 2 - Mapa dos Padrões de Relevo do Chapadão do Diamante na Serra da Canastra (MG)



Fonte: Adaptado de Nazar e Rodrigues (2018)

MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração deste trabalho foi fundamentalmente feita a partir de metodologia baseada em levantamento e tratamento de dados em ambiente computacional em duas etapas. Foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA com resolução espacial de 30 metros.

Inicialmente foi gerado um mapa de declividade sem classes definidas para servir de base para a Estatística Zonal, feita pela ferramenta raster DECLIVIDADE do QGIS. A Estatística Zonal utiliza os valores de declividade para fornecer as estatísticas de um poligono de outro mapa, sendo que nesse caso, o mapas de Padrão de Relevo elaborado por Nazar e Rodrigues (2019). Dentro dessa ferramenta é necessário informar quais estatísticas deseja receber. Nesse caso, é pretendido obter a média de declividade, as declividades mínimas e máximsa, o intervalo de declividade e o desvio padrão da declividade de cada classe de Padrão de Relevo. Após o uso desse algorítimo é gerado na Tabela de Atributo dos mapas de Padrão de Relevo, colunas com resultado obtido. Por fim os resultados encontrados nessa Estatística Zonal foram organizados em uma Tabela.

O próximo passo é a delimitação das classes de declividade baseado nas médias de declividade de cada classe de padrão de relevo . Para isso, foi realizada uma classificação das declividades em 7 classes com a média bruta, isto é, da maneira que ela foi gerada e intervalos diferentes, baseadas nas médias de declividade de cada Padrão de Relevo, sendo que o número de classes foi escolhida com base na quantidade de Padrão de Relevo existente nessa área.

Em seguida, foi realizada a análise da distribuição das classes definidas, que tem como intuito saber se há alguma relação entre os padrões de relevo e as classes declividade. Para isso foi necessário recortar o raster de declividade baseado nas médias de declividade dos padrões de relevo por classe de padrão de relevo Para cada raster resultante foi utilizado a ferramenta de reportar camada raster para encontrar área ocupada (em m^2) de cada classe de declividade em cada classe de padrão de relevo. Por fim, os resultados obtidos foram organizados em gráficos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados gerados pela ferramenta Estatística Zonal, foram organizados e apresentados na Tabela 01, no qual podem ser encontrados a declividade mínima e máxima, o intervalo de declividade e as médias de declividade de cada padrão de relevo. Observa-se nesta tabela que os valores máximos e minimos destoam claramente daqueles encontrados na literatura nacional, como por exemplo

indicados em mapeamentos geomorfológicos regionais ou de detalhe. Exemplifica-se isto através dos valores encontrados para a categoria Relevo aplainado associado a interfluvios, que configuram relevo predominamente planos. Neste tipo de categoria espera-se um predominio de valores inferiores a 3% por exemplo, sendo entretanto, que nesta área de estudo os valores variam entre 0 e 17,32 graus e o valor médio 3,93 graus. Este mesmo fato pode ser observado na Figura 4 para todas as outras categorias de padrão de relevo mapeados por Nazar e Rodrigues (2019)

Tabela 1 - Estatísticas Zonais da Declividade em graus para cada um dos Padrões de Relevo.

Padrão de Relevo	Estatísticas Zonais				
	Média	Mínimo	Máximo	Intervalo	Desvio Padrão
Relevo aplainado associado a interflúvios	3,93	0	17,32	0 á 17,32	1,79
Relevo suavemente dissecado associado a colinas suaves	6,99	0	38,08	0 á 38,08	1,96
Relevo dissecado associado a colinas onduladas	8,90	0	37,63	0 á 37,63	2,40
Relevo em cristas alongadas associado a afloramentos quartzíticos	9,19	0	60,28	0 á 60,28	2,75
Relevo fortemente dissecado associado a fundos de vales	10,91	0	64,35	0 á 64,35	2,57
Relevo em escarpas estruturais associado a faces livres	14,51	0	75,50	0 á 75,50	3,44
Relevo fortemente dissecado associado a morros	23,02	2,06	51,88	2,06 á 51,88	6,12

Elaboração: A autora (2026)

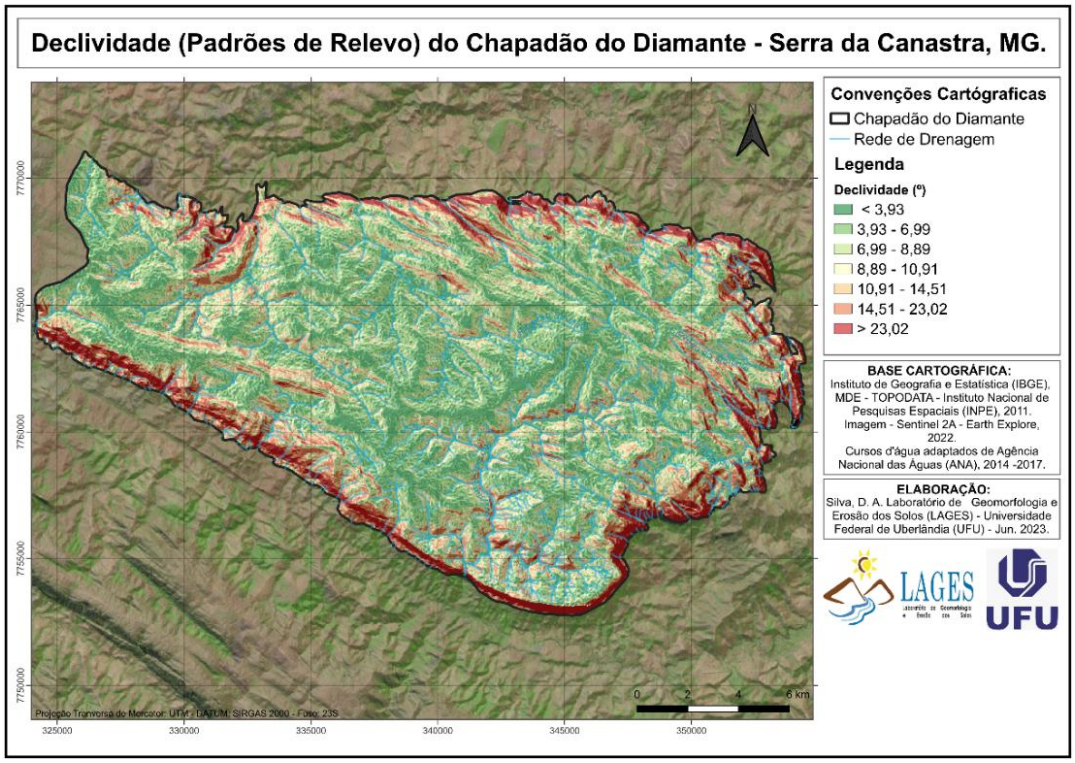
Analisando, a Tabela 1, é possível constatar que as médias de declividade por Padrão de Relevo oscilam entre 3,93º e 23,14º, sendo o Relevo Aplainado Associado a Interflúvios que têm a menor média de declividade com 3,93º e sua declividade varia entre 0º a 17,32º e o Relevo Fortemente Dissecado Associado a Morros tem a maior média de declividade com uma média de 23,14º oscilando sua declividade entre 2,06º a 51,88º.

Outro fator que chama a atenção, é o elevado Desvio Padrão encontrados nessas Estatísticas Zonais que variam entre 1,79º e 6,12. Essa variabilidade pode ser considerada muito contrastante, mas não foi considerada nesta pesquisa.

Também é evidente a ocorrência de valor minimo 0 (zero) em 6 dos 7 padrões mapeados, demonstrando que não existe associação linear entre os valores de declividade e padrão de relevo nesta área mapeada, o que abre para discussão se esta associação pode ser aceita.

A Figura 3, mostra o Mapa de Declividade, resultante das classes de declividade definidas pelas médias da declividade de cada classe de padrão de relevo. É possível constatar que as maiores declividades estão localizadas nas extremidades do ChD, enquanto, as menores declividade se encontram espalhadas pelo interior da unidade ChD.

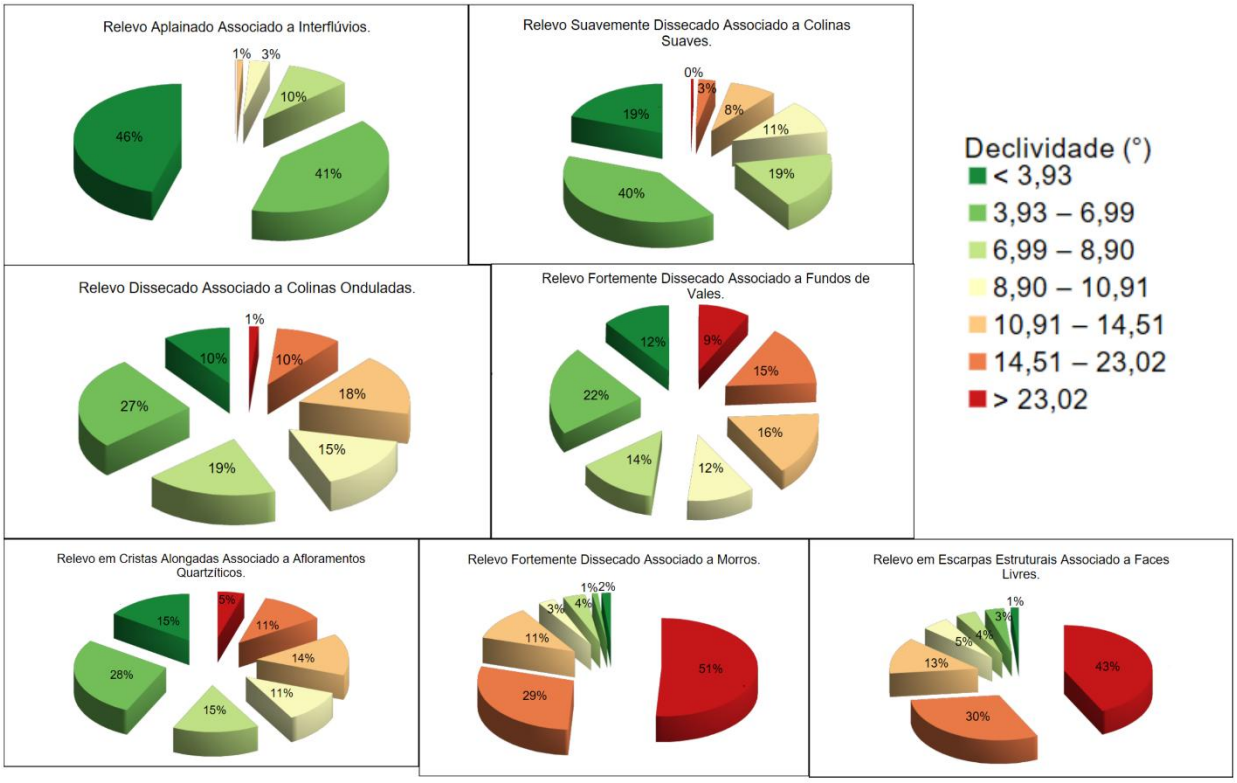
Figura 3 - Mapa da Declividade criado a partir dos valores médios associados a cada Padrão de relevo no Chapadão do Diamante –



Elaboração: Os autores (2026). Fonte de Dados: TOPOTADA (INPE, 2011)

Através da analise da distribuição das classes de declividades por padrão de relevo (Figura 4) foi verificado que alguns Padrões de Relevo, como o Relevo Aplainado Associado a Interflúvios e o Relevo Fortemente Dissecado Associado a Morros,tem associações visíveis entre as classes de declividade, sendo que respectivamente, um é ocupado principalmente por baixas declividades e outra apresenta predominatemente altas declividades. Porém outros Padrões de Relevo, como o Relevo em Cristas Alongadas Associado a Afloramentos Quartzíticos e o Relevo Fortemente Dissecado Associado Fundos de Vales, não demostraram ter relação com a declividade existente nessa área, devido ao fato das classes de declividades estarem muito espalhadas nesses Padrões de Relevo.

Figura 4 - Área Ocupada por Classe de Declividade (em graus) associada a cada tipo de Padrão de Relevo identificado na área de estudo.



Elaboração: A autora (2026)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da ferramenta Estatística Zonal se mostrou ser interessante e eficiente pois possibilita a análise da declividade em determinados lugares, como nesse caso nos Padrões de Relevo, através da obtenção de diversas estatísticas, como a média, o desvio padrão, o mínimo, o máximo e entre tantas outras estatísticas.

Nesse caso foi utilizado a média de declividade por Padrão de Relevo para delimitação das classes de declividade, que permitiu gerar o mapa de declividade para a unidade ChD, Através da análise desse mapa verificado que as maiores declividades estão localizadas nas extremidades do ChD, enquanto, as menores declividade se encontram espalhadas pelo interior da unidade ChD.

Também foi verificado que nem todos os Padrões de Relevo demostraram ter relação com a declividade existente nessa área, devido ao fato, que as classes de declividades estarem muito espalhadas no interior desses padrões de relevo.

Em suma, a realização desse estudo permite que futuramente, possa ser utilizado a análise da distribuição das classes de declividades por Padrão de Relevo, para definir os intervalos específicos de declividades para cada área de estudo.

Por fim, a execução desse trabalho traz à tona, algumas análises, como é o caso da análise das classes de declividade, que muitas vezes são deixadas de fora nos estudos geomorfológicos e quando aparecem, são tratados de forma básica e de maneiras rápidas. Atualmente, estão situação vem mudando e cada vez é mais comum encontram pesquisas que tratam da análise da declividade de modo tão detalhado como foi tratado nesta pesquisa. Assim sendo, espera-se que essa pesquisa sirva para dar ênfase nessa análise das classes de declividade e abra portas para novas discussões dessa temática dentro dos estudos geomorfológicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Chamada Univeral CNPQ Processo 403412/2023-4.

REFERÊNCIAS

DE BIASI, Mário. A Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, n.6, p. 45-60. 1992. DOI: https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0004.

NAZAR, Thalita Isabel Silva Martins; RODRIGUES, Silvio Carlos. Relevo do Chapadão do Diamante, Serra da Canastra/MG, Brasil: Compartimentação e Análise A Partir Dos Aspectos Geomorfométricos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.20, n1, p. 69-88. 2018. DOI: https://doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1300.

NAZAR, Thallita Isabel Silva Martins; RODRIGUES, Silvio Carlos. Mapping and Analysis of Surface Geocover in the Chapadão Do Diamante – MG – Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, maio de 2019. ISSN 1984-2201. DOI: https://doi.org/10.4215/rm2019.e18010.

RODRIGUES, Silvio Carlos; HELENA RIBEIRO ROCHA AUGUSTIN, Cristina; ISABELA SILVA MARTINS NAZAR, Thallita. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, p. 1-31, 2023. DOI: doi.org/10.20502/rbg.v24i1.2233.

SANTOS, Fabiana Cristina dos. As formações superficiais do Chapadão do Diamante - Serra da Canastra: contributos geoquímicos, físicos e geocronológicos. Tese (Doutorado em Geografia)- Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2021. DOI: https://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.5526.