

## ANÁLISE DO AVANÇO EROSIVO NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO MÉDIO RIO GRANDE NA ÚLTIMA DÉCADA (2009-2019)

Bárbara Laís Barbosa Silva <sup>1</sup>; Eduardo Goulart Collares <sup>2</sup>

**Resumo** – A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (CBH-GD7) apresenta, em algumas porções da sua área territorial, uma alta suscetibilidade à erosão, o que determinou uma ocorrência relativamente intensa de processos erosivos acelerados. Diante da relevância que os danos oriundos desse fenômeno têm para as esferas social, ambiental e econômica, este trabalho teve por objetivo realizar a quantificação do avanço dessas feições na última década, bem como avaliar a possível influência dos aspectos do meio físico e de uso e cobertura do solo na ocorrência dos mesmos. Para tanto, a metodologia da pesquisa foi constituída pelas etapas de levantamento e delimitação das erosões em dois períodos de análise; quantificação das áreas ocupadas por essas feições; caracterização dos aspectos do meio físico e das formas de uso e ocupação ocorrentes na bacia e avaliação da influência destes aspectos sobre o avanço do fenômeno. Os resultados permitiram inferir que as erosões se concentram principalmente nos municípios de São Sebastião do Paraíso e Passos, sendo que a maioria destas encontra-se em substrato rochoso do tipo Arenito, solo arenoso, relevos de Colinas, em médias declividades e alturas pluviométricas entre 1.450mm a 1.600mm. Constatou-se que dentre as 204 feições erosivas, cuja alteração foi classificada como Considerável ou Significativa, 75% sofreram redução no tamanho. Ressalta-se o registro de uma maior incidência de erosões em áreas antropizadas, representadas pelas classes Pastagem e Agricultura, e uma menor incidência em áreas compostas por remanescentes de vegetação nativa.

**Abstract** – The Hydrographic Basin of Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (CBH-GD7) presents, in some portions of its territorial area, a high susceptibility to erosion, which determined a relatively intense occurrence of accelerated erosive processes. Given the relevance that damages from this phenomenon have for the social, environmental and economic spheres, this work aimed to quantify the progress of medium and large-sized erosive processes in the Middle Rio Grande Mining Affluent Watershed (CBH-GD7), as well as to evaluate the possible influence of aspects of the physical environment and land use and cover. on the occurrence of the same. For this purpose, the research methodology consisted of the stages of survey and delimitation of erosions in two periods of analysis; quantification of the areas occupied by these features; characterization of aspects of the physical environment, and land use and occupation occurring in the basin, and evaluation of the influence of these aspects on the progress of the phenomenon. The results allowed us to infer that erosions are concentrated in greater quantity in the municipalities of São Sebastião do Paraíso and Passos, and most of them are found in rocky substrate of the Sandstone type, sandy soil, hills relief in average slopes, and rainfall heights between 1,450mm to 1,600mm. It was found that among the 204 erosive features whose alteration was classified as considerable or significant, 75% suffered a reduction in size. It is also worth noting the record of a higher incidence of erosion in anthropized areas, represented by the Pasture and Mosaic of Agriculture and Pasture classes, and a lower incidence in areas composed of remnants of native vegetation.

**Palavras-Chave:** Processos erosivos acelerados. Sul de Minas Gerais. Geotecnologia.

<sup>1</sup> Eng., Ambiental, Universidade do Estado de Minas Gerais, (35) 99990-4759, barbara.lais917@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Geólogo, Dr., Universidade do Estado de Minas Gerais: Passos - MG, (35) 9 8857-3357, collaresambiental@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado da população, aliado à expansão das malhas urbanas de maneira inadequada, tem contribuído para o desenvolvimento impactos ambientais negativos para toda a sociedade. Neste contexto, destacam-se o surgimento de feições erosivas e os problemas acarretados por essas, como o assoreamento de cursos hídricos, enchentes e inundações (BILUCA; AGUIAR, 2017).

Entende-se por erosão a ocorrência de um fenômeno cuja ação promove modificações nas características mineralógicas de rochas, levando à sua fragmentação e ao desprendimento de suas partículas (MEDEIROS et al., 2020), e posterior transporte. A incidência deste processo está diretamente relacionada às formas de uso e ocupação da superfície, bem como com as características climatológicas locais (MAFRA et al., 2020), sendo que o mesmo pode ocorrer de forma natural, contribuindo para o equilíbrio geológico da Terra, ou de forma antrópica, onde a erosão natural tem seus efeitos potencializados pelas ações humanas.

Quando os processos erosivos provocados pelas ações antrópicas não são identificados e permanecem no ambiente sem receber o devido tratamento se tornam elementos responsáveis por diversos infortúnios (ALVES; SILVA, 2017), visto que os sedimentos desprendidos podem ser direcionados para corpos d'água comprometendo a qualidade da água e, ainda, desencadear movimentação de massa e de outros fenômenos em regiões mais vulneráveis.

No que concerne aos aspectos legais, o Brasil ainda não dispõe de uma única legislação voltada para esta temática e o respaldo legal quanto às medidas pertinentes à prevenção e contenção tem se alicerçado em trechos de outras leis. Todavia, independente da existência de uma normativa específica, a adoção de ações capazes de controlar o avanço dos processos erosivos tem se configurado como extremamente necessária (RIBEIRO et al., 2019).

Diante disso, a detecção de áreas acometidas por feições erosivas e o seu controle são essenciais para um melhor planejamento do meio e para evitar situações envolvendo desastres ambientais. Neste cenário, as Geotecnologias se apresentam como instrumentos relevantes, possibilitando o mapeamento dos mesmos e contribuindo para um direcionamento mais satisfatório das atividades cotidianas realizadas pelos seres humanos (BIANCHINI; OLIVEIRA, 2019).

Outro fator que torna válida a aplicação das ferramentas associadas às geotecnologias no monitoramento das ocorrências de processos erosivos é seu acesso simplificado, de fácil entendimento, maior velocidade na coleta de dados, baixo custo, além da precisão das informações fornecidas.

Diante do contexto aqui apresentado, e da ocorrência comum de erosão acelerada na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (CBH-GD7), este trabalho teve por objetivo realizar a quantificação do avanço dos processos erosivos de médio e grande portes nesta bacia hidrográfica, bem como avaliar os aspectos do meio físico e de uso e cobertura do solo que podem estar contribuindo na ocorrência dos mesmos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

A área objeto de estudo foi a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (CBH – GD7), que está localizada no sudoeste do estado de Minas Gerais (Figura 1), e abrange 22 municípios, englobando aproximadamente 9.800km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Destes, 14 encontram-se completamente inseridos na área de drenagem da bacia, estando os outros 8 inseridos parcialmente nos seus limites.

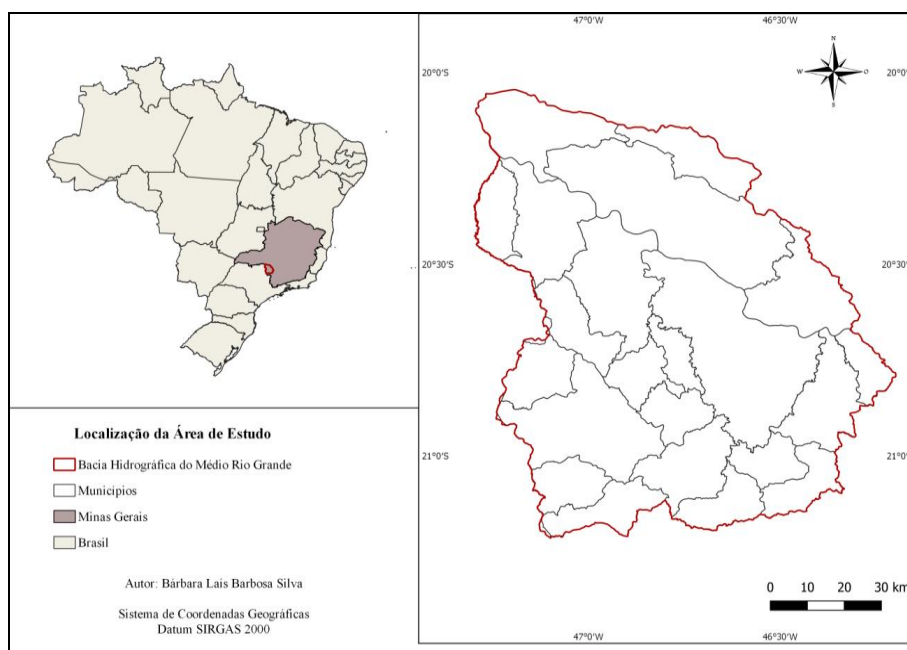


Figura 1. Localização da área de estudo.

### 2.2. Aspectos Metodológicos

Inicialmente foi efetuado um levantamento das feições erosivas ocorrentes na CBH – GD7 nos anos 2009 e 2019, tendo como base o banco de dados do Projeto Grande Minas - União pelas Águas, projeto este fruto de uma parceria entre a Fundação de Ensino Superior de Passos - FESP/UEMG e a Agência de Desenvolvimento Sustentável do Sudoeste Mineiro – ADEBRAS, que realizou o Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande. As erosões foram delimitadas com o auxílio do Google Earth Pro, como intuito de determinar a área ocupada por cada feição nas datas de análise.

Em seguida, um novo levantamento foi realizado de modo a identificar novas feições não constantes no banco de dados do Projeto Grande Minas; estas foram delimitadas tanto no ano de 2009 quanto no de 2019. Posteriormente realizou-se uma análise comparativa das feições mapeadas nos dois períodos de estudo e a quantificação do avanço ou retração das feições. A última etapa consistiu em analisar os aspectos do meio físico e de uso e ocupação do solo e a sua possível interferência na evolução das erosões registradas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Levantamento das feições erosivas ocorrentes na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande

Foram identificados 298 focos de erosões na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande. Entretanto, após a nova delimitação para 2009 e 2019, contabilizou-se 296, devendo essa redução ao fato de que em dois possíveis focos, em que haviam sido registrados isoladamente no processo anterior, neste último levantamento foram registrados como conjugados.

#### 3.2. Análise comparativa entre as feições erosivas nos períodos analisados

Classificou-se o grau de evolução da área ocupada pelas erosões em três classes: Insignificante, Considerável e Significante. Essa classificação foi efetuada em função do percentual de modificação das mesmas ao longo dos períodos analisados.

Os processos que apresentaram diferença de área menor que 20%, enquadraram-se na classe Insignificante, os que estiveram entre 20% e 50%, na classe Considerável, e aqueles cujo valor ultrapassou 50%, na classe Significante. Conforme apresentado na Figura 2, 134 das 338 erosões mapeadas sofreram alterações de caráter Insignificante, equivalendo a 39,64%. Os 60,36%, restantes representam as 204 erosões que se enquadraram nas demais classes.

Dentre essas 204, observou-se que 75% sofreram uma redução em suas áreas, sendo isto um indicador de regressão do seu desenvolvimento. Os 25% restantes retratam o montante de erosões que passaram a ocupar um espaço maior na superfície em função do seu avanço.

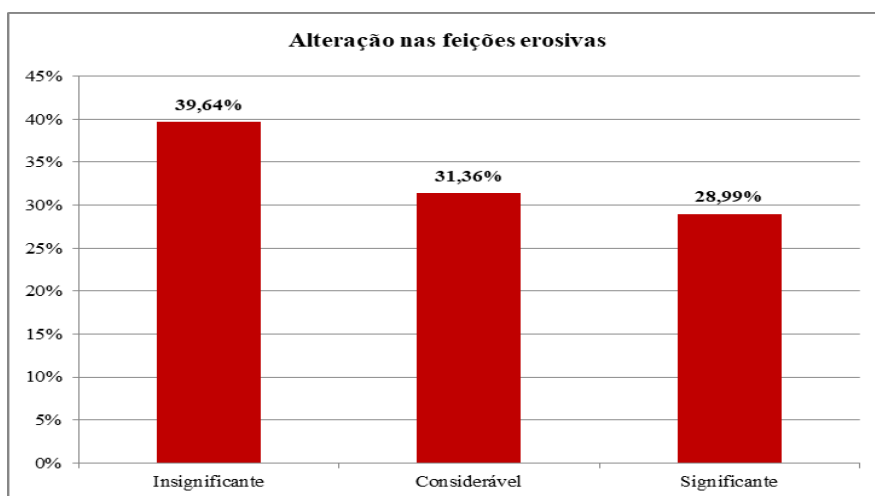


Figura 2. Alteração nas feições erosivas.

#### 3.3. Avaliação das possíveis condicionantes do meio físico no avanço dos processos erosivos

Por meio da avaliação entre os atributos do meio físico e os pontos de erosão, foi possível determinar em quais das classes de cada aspecto abordado há uma maior concentração de feições, bem como efetuar a análise da relação entre a forma de desenvolvimento dessas com essas classes identificadas. Os resultados das análises referentes a cada item avaliado estão apresentados nos tópicos seguintes.

##### 3.3.1 Substrato Rochoso

Verificou-se que 32,84% das erosões encontram-se em locais onde o substrato rochoso é o *Arenito*. O substrato composto da intercalação entre *Xisto-Quartzito*, também se mostrou relevante no que se refere à de feições, com um percentual de 27,22%. Constatou-se, ainda, uma terceira tipologia de rocha em que as erosões se mostraram presente com maior intensidade, no substrato composto por *Gnaisse*, com 21,30% do valor total.

A Figura 3 ilustra o comportamento das feições na última década nos substratos *Arenito*, *Xisto-Quartzito* e *Gnaisse*. Em todas as situações foi observado que a quantidade de erosões que sofreu redução foi maior que o montante que aumentou.

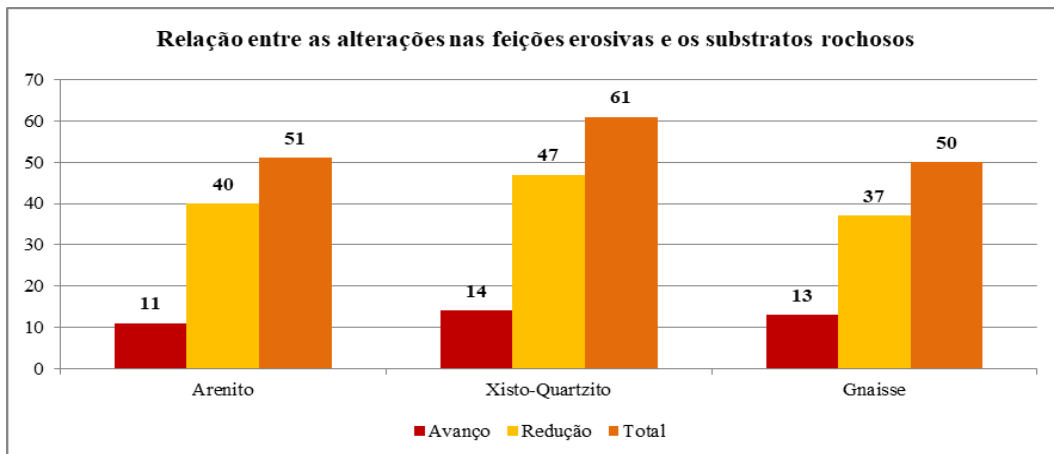


Figura 3. Relação entre as alterações nas feições erosivas e os substratos rochosos.

### 3.3.2 Unidades Texturais de solos

Verificou-se que nas classes *Areia*, *Bem Distribuída com predomínio de Argila, Silte e Areia*, *Bem Distribuída com Predomínio Areia e Silte*, houve uma maior ocorrência de processos de erosão. Os percentuais para as respectivas categorias foram 40,83%, 20,41%, 12,13% e 11,83%. Observou-se, na unidade *Areia*, a maior quantidade de redução no tamanho das feições; em 49 focos de erosões, apenas 15 sofreram ampliação (Figura 4).

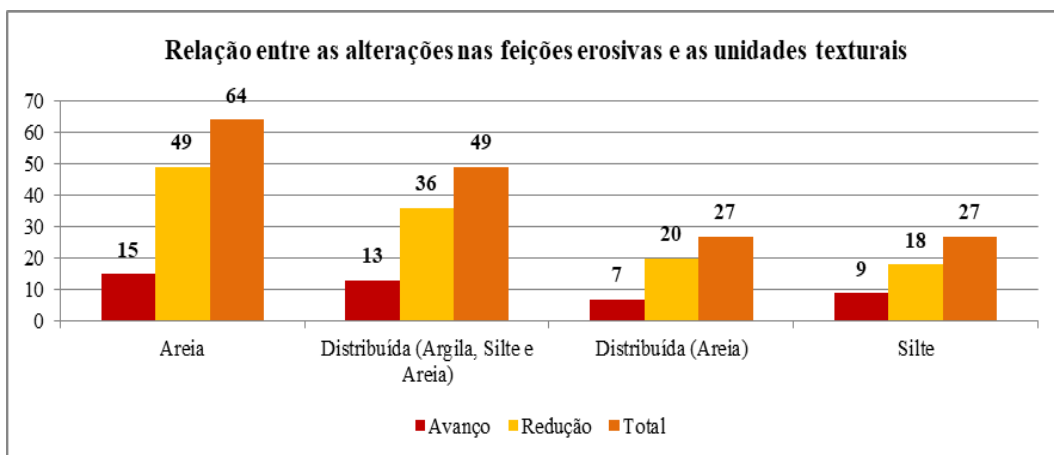


Figura 4. Relação entre as alterações nas feições erosivas e as unidades texturais.

### 3.3.3 Unidades de Relevo

As unidades geomorfológicas de *Colinas*, os *Morros* e os *Morrotes* foram as que apresentaram maior quantidade de erosões. Averiguou-se que a maior quantidade de feições onde ocorreu redução de tamanho foi na unidade geomorfológica de *Morros*; ressalta-se que nas

outras unidades a quantidade de feições onde ocorreu redução de tamanho foi também maior do que onde ocorreu aumento (Figura 5).

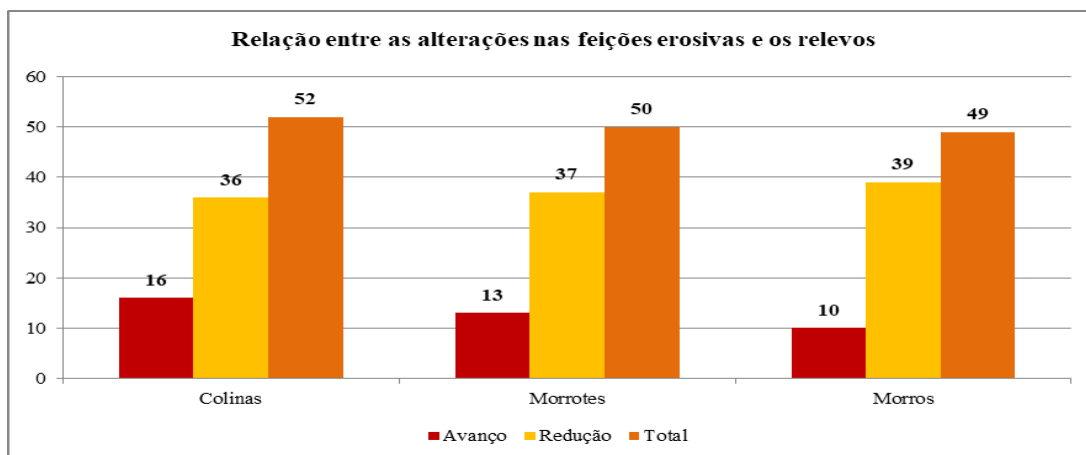


Figura 5. Relação entre as alterações nas feições erosivas e os relevos.

### 3.3.4 Declividade

A maior quantidade de feições erosivas ocorreu nas áreas com declividades variando entre 10% e 30%. Apesar dessa incidência maior em declividades medianas, percebe-se que nas baixas declividades este processo também se faz fortemente presente; já nas altas declividades as feições erosivas ocorrem em menor quantidade. Ressalta-se, no entanto, neste último caso, a baixa prevalência desta classe de declividades na área de estudo e, quando ocorre, está muitas vezes associada ao substrato rochoso aflorante, fato este que minimiza a suscetibilidade à erosão.

A relação entre as classes de declividades e as erosões em que as alterações ao longo do tempo foram classificadas como *Consideráveis* ou *Significativas* está exposta na Figura 5. É perceptível que nas regiões de média declividade a quantidade de erosões que sofreu redução de área é maior. Dos 110 pontos mapeados apenas 19,10% evoluíram.

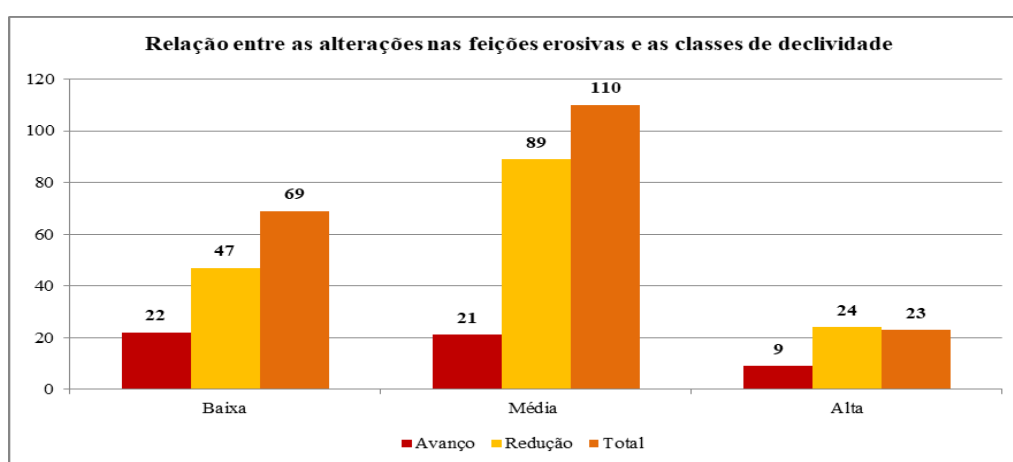


Figura 5. Relação entre as alterações nas feições erosivas e as classes de declividade.

### 3.3.5 Pluviosidade

Os dados pluviométricos são essenciais para a compressão da dinâmica hídrica de uma bacia e podem contribuir para estudos voltados para o controle de erosões e para a conservação

dos solos (SILVA, 2021). No levantamento realizado neste trabalho verificou-se que as erosões ocorrem mais nas áreas com altura pluviométrica classificadas como *Média* e *Alta*.

Por meio da análise entre as modificações ocorridas na última década na área ocupada pelas feições, constatou-se que 74,51% apresentaram uma redução no tamanho, classificada como *Considerável* ou *Significativa*. A maior parte ocorreu em locais com *Média* altura pluviométrica, como mostrado na Figura 5.

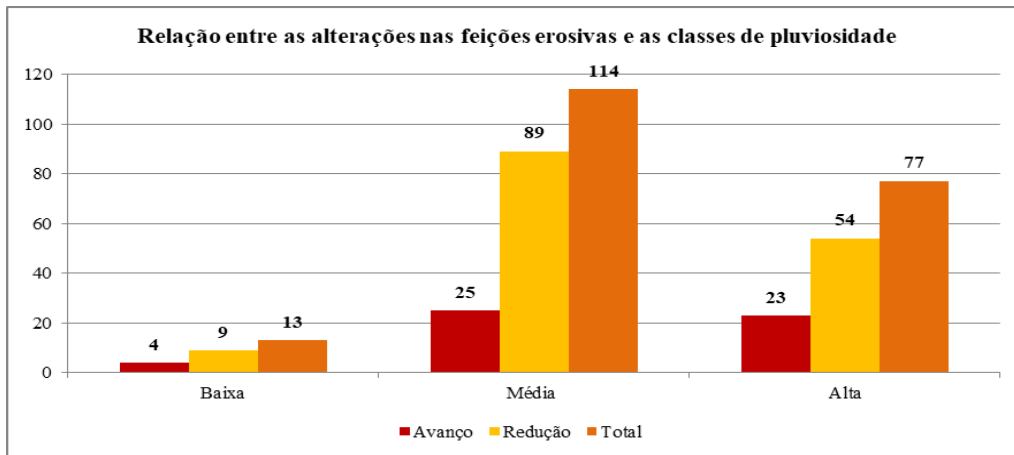


Figura 5. Relação entre as alterações nas feições erosivas e as classes de pluviosidade.

### 3.4. Avaliação da possível interferência de aspectos ligados ao uso e cobertura do solo no avanço dos processos erosivos

Por meio dos dados coletados na base de dados do Projeto Mapbiomas para a CBH – GD7 os usos predominantes nos anos de 2009 e 2019 foram: Formação Florestal; Formação Savânica; Floresta Plantada; Formação Campestre; Pastagem; Cana; Mosaico de Agricultura e Pastagem; Infraestrutura Urbana; Outras Áreas não Vegetadas; Mineração; Rio, Lago e Oceano; Lavoura Perene; Soja e Outras Lavouras Temporárias. A disposição das classes de uso nos anos de 2009 e 2019 está apresentada nas Figuras 6 e 7.

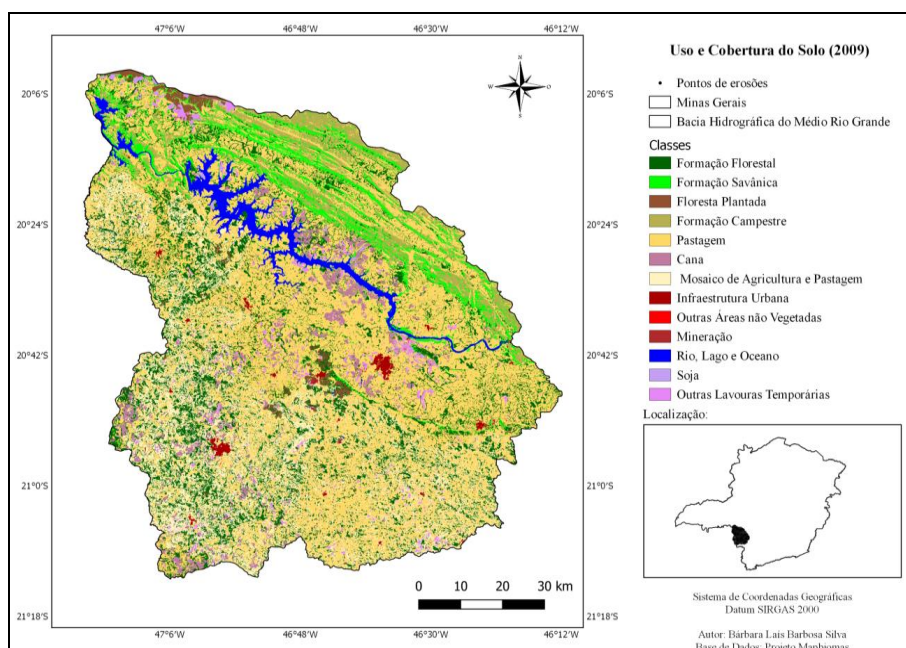


Figura 6. Mapa de Uso e cobertura do solo (2009).

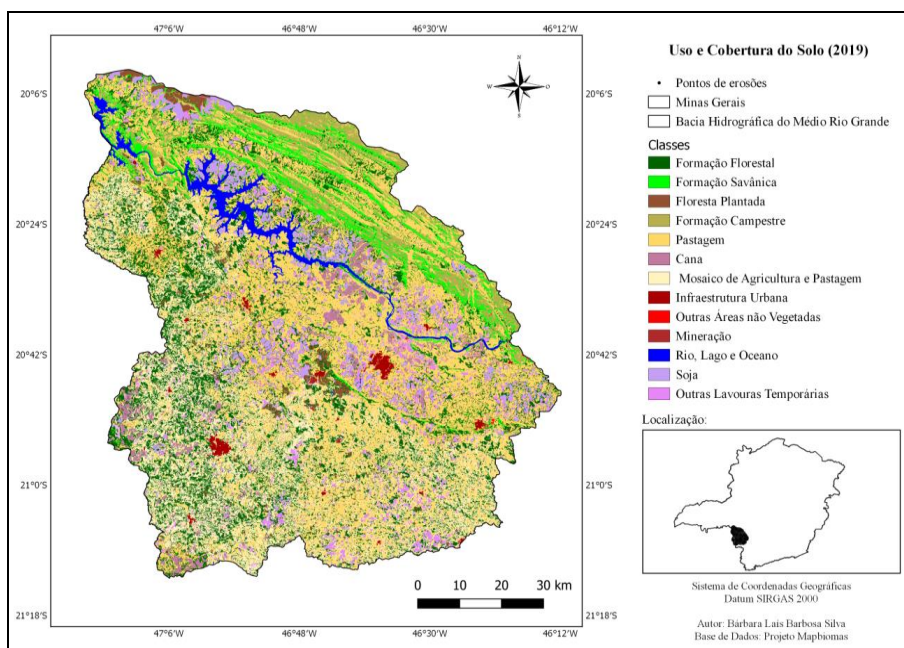


Figura 7. Mapa de Uso e cobertura do solo (2019).

O levantamento dos usos existentes na área e a realização das análises quanto à relação entre estes e a distribuição dos focos de erosão, possibilitaram observar que as classes em que há maiores instalações de processos erosivos são *Pastagem* e *Mosaico de Agricultura e Pastagem*. Essa predominância é perceptível tanto em 2009 quanto em 2019, onde os percentuais são de 56,80% e 49,11% para *Pastagem*; e 25,74% e 27,51% para *Mosaico de Agricultura e Pastagem*.

Destaca-se, nesse cenário, o baixo índice de erosões em áreas preservadas, representadas pelas classes *Formação Florestal*, *Savânica* e *Campestre* que, somadas, equivalem apenas a 14,2% em 2009 e 14,5% em 2019.

A maior quantidade de feições que reduziram de tamanho ocorreu nas classes *Pastagem* e *Mosaico de Agricultura e Pastagem*. Os dados referentes a esse comportamento estão dispostos na Figura 8.

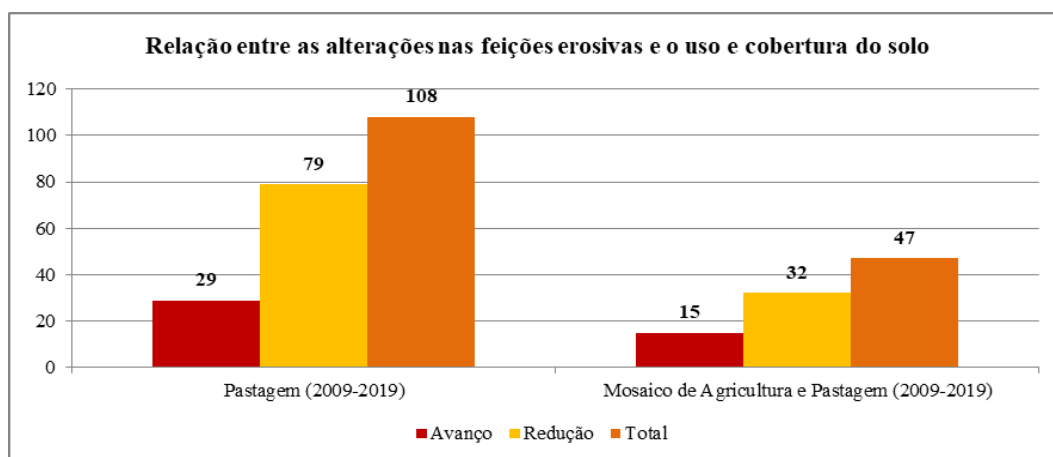


Figura 8. Relação entre as alterações nas feições erosivas e uso e cobertura do solo.



Apesar da maior quantidade de feições erosivas ocorrer em locais nos quais as características físicas condicionam o desenvolvimento das mesmas, o que se identificou foi uma redução expressiva na área ocupada por 75% dos pontos de erosões. Esse fato pode ser atribuído às formas de uso e cobertura presentes nas localidades em que os mesmos se encontram, visto que cada vez mais os responsáveis por esses usos têm buscado formas mais adequadas de manejo, buscando um melhor aproveitamento de suas terras.

A adoção de práticas apropriadas de cuidados com o solo, de forma constante, auxilia na manutenção das características da superfície evitando, o surgimento de processos erosivos. Em locais onde a instalação deste já se faz presente, essas medidas contribuem para a recuperação parcial ou até mesmo total das feições.

Na Figura 9 é possível observar que apenas 23 focos de erosões que ocorrem nas *Formações Florestais, Savânicas e Campestres* sofreram mudanças consideráveis ou significativas. Deste total, somente uma teve seu tamanho expandido no período analisado, e das 22 feições cujas áreas reduziram, três estão associadas à recuperação total da área que havia sido acometida por processos erosivos.

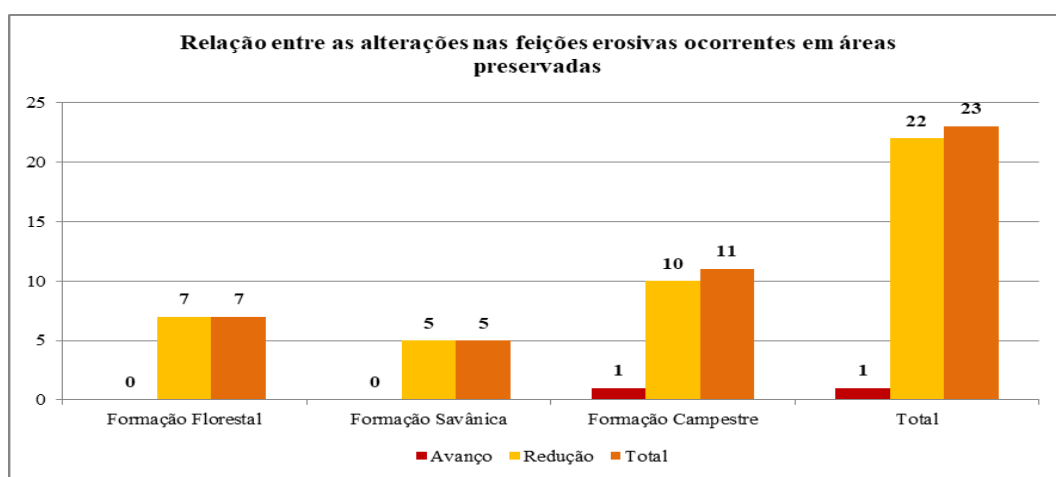


Figura 9. Relação entre as alterações nas feições ocorrentes em áreas preservadas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das análises realizadas e dos resultados obtidos foi possível avaliar que a maior concentração de processos erosivos ocorre em Arenitos, solos arenosos, colinas, áreas com declividade entre 0% a 30%, e altura pluviométrica total anual maior que 1.400mm. No âmbito das formas de uso e cobertura do solo, a maior incidência de focos erosivos ocorre em áreas destinadas à Pastagem ou Mosaico de Agricultura e Pastagem, correspondendo juntas a mais de 70% do total mapeado, e, por outro lado, em áreas preservadas, a ocorrência de erosões não excede 15%.

De modo geral, 75% das erosões que se enquadraram nas classes de alterações Consideráveis e Significativas, ocorreu a redução no tamanho das feições, sendo que deste total foram contabilizados 24 focos de erosão completamente recuperados. Salienta-se, nesse sentido, a importância da análise conjunta de todos os aspectos, tanto do meio físico quanto daqueles ligados às ações antrópicas, visto a influência que os mesmos podem exercer na instalação de feições erosivas e também no desenvolvimento das já existentes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UEMG/Passos pelo apoio logístico na realização desta pesquisa e aos responsáveis pelo Projeto Grande Minas que forneceram os dados para este estudo.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. R.; SILVA, J. C. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE A EROSÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE ÁLVARES MACHADO-SP. **Colloquium Exactarum**, v. 9, n. 3, p. 57 – 64, jul./set. 2017.

ARAÚJO, I. N. F.; MELO, J. F. G.; MARINHO, A. P. F.; SILVA, R. D.; RIBEIRO, A. C. S.; CUNHA, G. K. G.; CUNHA, K. P. V. INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NA EROSÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO MÉDIO PIRANHAS POTIGUAR. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, p. 505 – 512, 2018.

BIANCHINI, C. D.; OLIVEIRA, G. G. GEOPROCESSAMENTO APLICADO À IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS APTAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO VALE DO TAQUARI, RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 2, p. 513-541, abr./jun. 2019.

BILUCA, J.; AGUIAR, C. R. MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA NO RIO URUTAGO, FRANCISCO BELTRÃO – PR. In: X Encontro Internacional de Produção Científica, UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá. **Anais**, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>. Acesso em 26 de julho de 2021.

MAFRA, R. C.; PINHEIRO, M. M. F.; CICERELLI, R. E.; OSCO, L. P.; ALVES, M. R.; RAMOS, A. P. M. VALIDAÇÃO DE MAPA DE VULNERABILIDADE A EROSÃO POR APRENDIZAGEM DE MÁQUINA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 02, p. 564 – 575, 2020.

MEDEIROS, G. F.; SOUSA, F. A.; VALADARES, L. E. T.; SILVA, S. S. MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE A EROSÃO DOS MATERIAIS INCONSOLIDADOS AGRAVADO PELO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA DO RIO LONTRA – TO. **Facit Business and Technology Journal**, v. 16, n. 2, p. 40 – 53, 2020.

RIBEIRO, I. H. P.; LIMA, P. H. D.; SANTOS, L. G.; ALVES, K. C. S. K.; TONELLOTO, M. A. A EROSÃO NO CONTEXTO LEGAL. In: **X Jornada de Iniciação Científica e Extensão - JICE**, Instituto Federal do Tocantins, 2019.