

## VULNERABILIDADE EROSIVA EM AMBIENTE ESCOLAR: UMA APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO EM PARAGUAÇU PAULISTA-SP

## *VULNERABILIDAD EROSIVA EN AMBIENTE ESCOLAR: UNA APLICACIÓN DEL GEOPROCESAMIENTO EN PARAGUAÇU PAULISTA-SP*

## *EROSIVE VULNERABILITY IN A SCHOOL ENVIRONMENT: AN APPLICATION OF GEOPROCESSING IN PARAGUAÇU PAULISTA-SP*



Isabela Apolinário OLIVEIRA<sup>1</sup>  
e-mail: isabela.apolinario@unesp.br



João Osvaldo Rodrigues NUNES<sup>2</sup>  
e-mail: joao.o.nunes@unesp.br

### Como referenciar este artigo:

OLIVEIRA, I. A., NUNES, J. O. R. Vulnerabilidade erosiva em ambiente escolar: uma aplicação do geoprocessamento em Paraguaçu Paulista-SP. **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 09, n. 00, e025021, 2025. e-ISSN: 1984-1647. DOI: 10.35416/2025.11204



- | Submetido em: 25/09/2025
- | Revisões requeridas em: 20/10/2025
- | Aprovado em: 20/10/2025
- | Publicado em: 28/12/2025

---

**Editores:** Prof. Dr. Nécio Turra Neto  
Profa. Me. Karina Malachias Domingos dos Santos

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente – São Paulo (SP) – Brasil. Mestranda em Geografia.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente – São Paulo (SP) – Brasil. Professor Titular do Departamento de Geografia.

---

**RESUMO:** Os processos erosivos caracterizam-se como um fenômeno natural, sendo o principal elemento no processo de esculturação do relevo. Contudo, as intervenções humanas no ambiente rompem com o equilíbrio dinâmico, que podem influir na maior ou menor vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos em determinada área. O presente artigo propõe uma análise de como o uso de técnicas de geoprocessamento podem auxiliar na identificação de áreas suscetíveis à processos erosivos, bem como identificar os padrões que justifiquem o aparecimento dos focos, a partir da análise do mapa de vulnerabilidade ambiental da Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo (ETEC), localizada no município de Paraguaçu Paulista – SP. Concluiu-se que aspectos sociais e ambientais são indissociáveis, dado que, por meio do mapeamento constatou-se as origens dos processos erosivos no ambiente da escola, bem como orientou os gestores a buscarem por medidas que visam prevenir tais processos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Vulnerabilidade ambiental. Processos erosivos. Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo.

**RESUMEN:** Los procesos erosivos se caracterizan como un fenómeno natural, siendo el principal elemento en el proceso de esculpiendo del relieve. Sin embargo, las intervenciones humanas en el medio ambiente rompen con el equilibrio dinámico, que puede influir en la mayor o menor vulnerabilidad ambiental a los procesos erosivos en determinada zona. Este artículo propone un análisis de cómo el uso de técnicas de geoprocésamiento puede ayudar en la identificación de áreas susceptibles a procesos erosivos, así como identificar los patrones que justifican la aparición de focos, a partir del análisis del mapa de vulnerabilidad ambiental de la Escuela Técnica Estatal Augusto Tortolero Araújo (ETEC), ubicada en el municipio de Paraguaçu Paulista – SP. Se concluyó que los aspectos sociales y ambientales son indisociables, dado que, por medio del mapeo se constataron los orígenes de los procesos erosivos en el entorno escolar, así como se orientó a los gestores a buscar medidas para prevenir tales procesos.

**PALABRAS CLAVE:** Geoprocésamiento. Vulnerabilidad ambiental. Procesos erosivos. Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo.

**ABSTRACT:** Erosive processes are characterized as natural phenomena, being the main element in the process of terrain sculpting. However, human interventions in the environment break with dynamic equilibrium, which may influence the greater or lesser environmental vulnerability to erosion processes in each area. This article proposes an analysis of how the use of geoprocessing techniques can help in the identification of areas susceptible to erosion processes, as well as identify the patterns that justify the appearance of cores, from the analysis of the environmental vulnerability map of the Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo (ETEC), located in the municipality of Paraguaçu Paulista - SP. The conclusions are that social and environmental aspects are inseparable, given that, through the mapping, the origins of the erosive processes in the school environment were verified, as well as guiding managers to seek measures aimed at preventing such processes.

**KEYWORDS:** Geoprocessing. Environmental vulnerability. Erosive processes. Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo.

---



## Introdução

Os diferentes agrupamentos humanos ocupam a paisagem terrestre, apropriando-se da mesma, de modo desigual, configurando-as por meio de suas ações sobre a superfície terrestre. Nunes *et al.* (2022) nos aponta que tal processo, quando realizado de modo desenfreado, traz consigo a degradação ambiental, sobretudo em áreas rurais, através da perda de solo decorrente da intensificação dos processos erosivos laminares e lineares. É de suma importância destacar que os processos erosivos ocorrem naturalmente na superfície terrestre, modelando e formando o relevo, as rochas e os solos — por meio do desprendimento —, e o arraste e a deposição das partículas — por meio da ação hídrica e eólica (Bertoni; Lombardi Neto, 1999). Portanto, o agravamento da situação ambiental sucede-se por intermédio da intensificação desses processos, podendo ser acentuado pela ação humana.

Para além da ação humana, os fatores controladores como tipo de uso e ocupação do solo, a declividade, erosividade da chuva, a erodibilidade do solo e sua forma de manejo, são elementos que em conjunto poderão afetar direta ou indiretamente o surgimento e desenvolvimento dos processos erosivos. Conforme apontado em Guerra (1994), os processos erosivos podem ser classificados em três tipologias: erosões laminares ou em lençol, erosões em sulcos e ravinas e as voçorocas.

Segundo Guerra (1994), as erosões laminares são resultantes da ação do escoamento superficial, em que durante o fenômeno há a remoção e transporte dos sedimentos do solo. Quando somado ao efeito *splash*, o fluxo de água durante o escoamento torna-se mais turbulento, gerando assim, maior capacidade erosiva. Erosões em sulcos e ravinas, também se originaram em decorrência da ação do escoamento superficial, na qual ocorre a concentração do principal fluxo de água nas incisões do terreno, entalhando-o de montante à jusante. Por fim, o autor classifica as erosões em voçoroca como sendo o desenvolvimento de erosões em ravinas, caracterizando-as por suas paredes largas, extensas e profundas, com a presença de fluxo de água no seu interior, oriundas do afloramento do lençol freático e/ou acúmulo de água durante eventos de precipitação. Como apontado por Oliveira (2023), dada a formação desse tipo de erosão, elas possuem a tendência de permanecerem mais tempo na paisagem em relação aos outros processos — desse modo, necessitando da intervenção humana para sua contenção.

Apesar das erosões serem fenômenos de ocorrência natural, a exploração e uso do solo pautadas no modo capitalista de produção proporciona o avanço desses fenômenos, degradam as paisagens e, consequentemente, acentuam a vulnerabilidade ambiental.



A vulnerabilidade ambiental, segundo Aquino (2017), está associada ao risco que o meio ambiente está exposto diante de fatores naturais ou externos, podendo ser compreendida através das características físicas que compõem a paisagem, bem como o risco de degradação do ambiente natural. A mesma está relacionada à erosão do solo, à perda da biodiversidade, ao assoreamento, à contaminação dos corpos hídricos, entre outros (Nunes *et al.* 2022).

Fushimi (2016) e Nishizima (2021) reiteram que a vulnerabilidade ambiental é o conjunto de características de um ambiente que determinam sua capacidade de resistir, responder e se recuperar de uma agressão. Essa agressão pode ser de origem natural — como uma seca — ou de origem social — como a poluição por agrotóxicos ou mudanças no uso da terra. Muitas vezes, essas ações são consideradas mistas, envolvendo tanto fatores naturais quanto sociais.

Em virtude disso, o presente artigo<sup>3</sup> tem como objetivo analisar o uso de técnicas de geoprocessamento no auxílio da identificação de áreas degradadas a partir do mapa de vulnerabilidade ambiental. Também serão utilizados os mapas clinográfico e de cobertura e uso da terra (Oliveira, 2023), a fim de encontrar padrões que justifiquem os focos erosivos ocorrentes na área de estudo. A contenção e monitoramento dos focos erosivos lineares, justificam-se pela necessidade de diminuir os riscos impostos à comunidade acadêmica do local, uma vez que as atividades práticas dos cursos técnicos ocorrem próximas às áreas de ocorrência erosivas.

Com a crescente preocupação mundial acerca da questão ambiental, o geoprocessamento surge como uma importante ferramenta, pois utilizar-se das técnicas de geoprocessamento para análises de impactos ambientais, por exemplo, pode contribuir para proteção do meio ambiente (Lima, 2023). O geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais — fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) — para o tratamento de informações que ocorrem no espaço geográfico (D'Alge, 2001), e assim, estabelecendo-se uma relação com a cartografia. Fushimi e Nunes (2016) destacam que a partir do avanço das técnicas computacionais tornou-se possível a utilização das mesmas enquanto instrumento cartográfico — importante para a realização de estudos ambientais em paisagens urbanas e rurais.

De acordo com Souza (2022), por todo território nacional o geoprocessamento vem sendo utilizado objetivando o monitoramento ambiental, dado as pressões das atividades humanas sobre as regiões, e assim, degradando as diversas paisagens. Dessa forma, a aplicação

---

<sup>3</sup>Este trabalho é um recorte do trabalho de conclusão de curso Oliveira (2023).



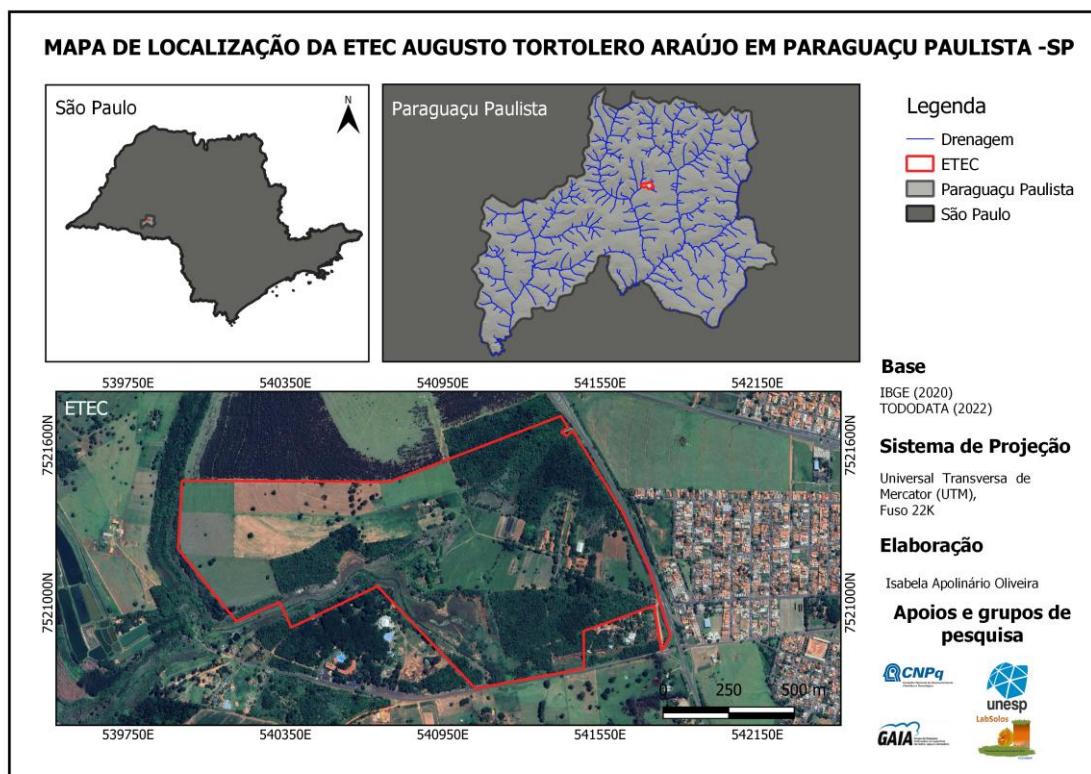
do geoprocessamento é fundamental, uma vez que permite a verificação da dinâmica da natureza no espaço e no tempo. O diagnóstico ambiental quando apoiado às cartas temáticas, nos permite compreender e identificar problemas recorrentes no território, como ocupação de encostas, degradação de áreas de preservação permanente, riscos erosivos e pressões sobre recursos naturais.

Portanto, as representações cartográficas podem ser utilizadas como ferramentas na identificação da vulnerabilidade ambiental de determinada área, bem como na análise dos aspectos que geram tal condição, objetivando a implementação de práticas de prevenção e recuperação dela.

### **Área de estudo**

A Escola Técnica Estadual (ETEC) Augusto Tortolero Araújo está localizada no município de Paraguaçu Paulista, São Paulo (Figura 1), na rodovia SP 248, Km 477/478, no Bairro Sapé. A escola faz parte do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, o qual oferta a sociedade a formação de estudante de ensino médio e técnico.

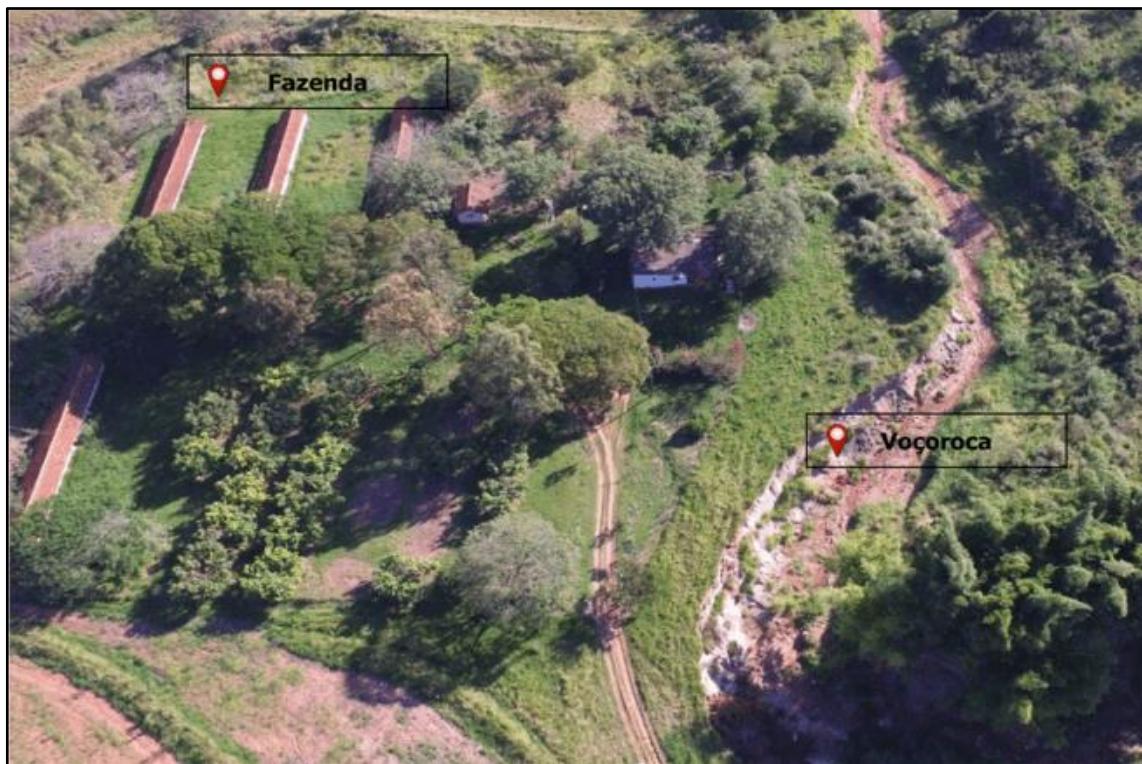
**Figura 1** – Mapa de localização da ETEC Augusto Tortolero Araújo



Fonte: Oliveira (2023).

Em decorrência da oferta de cursos técnicos em seu currículo, a escola necessita dispor de área adequada para que aulas práticas possam ocorrer. Porém, parte das atividades práticas são realizadas na área agrícola, próximo à voçoroca identificada na Figura 2 — principal foco erosivo que, apesar de atualmente estar em processo de contenção, não se pode considerá-lo como um meio estável.

**Figura 2** – Fazenda e voçoroca



Fonte: ETEC (2017), adaptado pelos autores.

Do ponto de vista geomorfológico (Figura 3), Oliveira (2023) aponta que a ETEC é dividida em três compartimentos de relevo, que são: os topos suavemente ondulados das colinas convexizadas; o domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas e as planícies aluviais. Ademais, Oliveira (2023) acrescenta que o grande número de ocorrência de processos erosivos encontra-se próximos às vertentes com amplos cimentos topográficos e nas áreas de pastagem e de solo exposto.

Por estar sediada no município de Paraguaçu Paulista, a escola também está situada sobre as unidades litoestratigráficas compostas por rochas sedimentares e ígneas da Bacia Sedimentar do Paraná (Perrotta, 2006). De acordo com Boin (2000, p. 18), “[...] o relevo do oeste paulista apresenta quatro subdivisões, ou seja: relevo de agradação; relevo de degradação,

em planaltos dissecados; relevos residuais suportados por litologias particulares e relevo de transição”, apresentando variações entre 300 e 500 metros, dispondo de baixa amplitude altimétrica.

A respeito a hidrografia, a ETEC pertence a 17<sup>a</sup> Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo — denominada Médio Paranapanema —, situada na Bacia Hidrográfica do Paraná (Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2006). Segundo Oliveira (2023), os cursos d’água situados no perímetro escolar são afluentes da margem direita do Rio Sapê que, por conseguinte, é um dos afluentes do Rio Capivara.

## Procedimentos metodológicos

Para a execução desta pesquisa foram elaborados os mapas geomorfológicos de vulnerabilidade ambiental, clinográfico e de uso e ocupação da terra da ETEC Augusto Tortolero Araújo. Ademais, foram realizados trabalhos de campo na área de estudo com o intuito de verificação e confirmação das feições mapeadas.

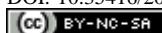
### *Esboço dos compartimentos de relevo*

O mapa de esboço dos compartimentos de relevo da ETEC de Paraguaçu Paulista (Oliveira, 2023) foi elaborado a partir da interpretação de imagens de satélite do Google Earth Pro na escala de 1:25.000. Todas as feições geomorfológicas foram extraídas utilizando a técnica de estereoscopia digital para geração de anáglifos tridimensionais com o software StereoPhoto Maker 6.02.

A técnica de estereoscopia digital consiste no registro de duas vistas de uma cena para que seja produzido um par estereoscópico. O anáglifo é uma imagem criada pela sobreposição de duas imagens com efeito tridimensional estereoscópico quando visto com óculos de duas cores — geralmente vermelho e azul ou vermelho e ciano. O efeito tridimensional é causado pela sobreposição das imagens por possuírem um pequeno deslocamento entre elas, assim, criando a ilusão de profundidade quando vistas através dos óculos apropriados.

No QGIS, os anáglifos foram georreferenciados, permitindo a delimitação dos compartimentos e feições geomorfológicas. As feições foram obtidas na seguinte ordem:

1. Extração de cursos d’água;



2. Delimitação de planícies aluviais, topos de colinas, divisores de água e cabeceiras de drenagem em anfiteatro;
3. Caracterização de fundos de vale (Chato ou em V).

A partir da técnica de Savigear (1965), foi possível a delimitação das superfícies onduladas de planos de declive. Por fim, a composição final do mapa e sua legenda foram elaboradas no software *CorelDRAW*, com base em Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975).

### ***Mapa clinográfico***

O mapa clinográfico (Figura 5) foi desenvolvido por meio da extração dos valores altimétricos contidos no Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado no TOPODATA. Usando a ferramenta “Declividade” do software QGIS e posteriormente a ferramenta “r.reclass” estabeleceu-se as classes de clinografia para área de estudo (Quadro 1) pautadas nas proposições de Cunha (2001).

**Quadro 1 – Classes de declividade**

<b>Classes de declividade proposta por Cunha (2001)</b>	<b>Classes de declividade adaptadas para área de estudo</b>
< 5%	$\leq 5\%$
5 I- 10%	5 I- 10%
10 I- 20	10 I- 15% 15 I- 20%
20 I- 30% 30 I- 40% $\geq 40\%$	> 20%

Fonte: Adaptado de Moreira *et al.* (2020).

Assim, determinou-se quatro classes para a área de estudo: 5%, 5 I- 10%, 10 I- 15% e 15 I- 20%, as quais foram adaptadas de acordo com a realidade da área estudada. Desse modo, as classes de 20 a 40% propostas por Cunha (2001) foram generalizadas em uma única classe (>20%), devido ao município de Paraguaçu Paulista apresentar suas declividades mais ressaltadas ao redor de 20%.

### **Mapa de uso e ocupação da terra**

A construção do mapa de uso e ocupação da terra foi baseado na extração de informações da imagem do satélite CBERS 4A, obtidas na Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A imagem utilizada na elaboração do mapa de uso e ocupação da terra da ETEC Augusto Tortolero Araújo, desenvolvido por Oliveira (2023), foi apreendida durante o período de 01/01/2022 a 22/06/2022.

Em defluência da imagem ser disponibilizada em bandas com escala de cinza, houve a demanda de realização de composição de cores através do sistema aditivo de cores para obtenção da cor natural da imagem no software QGIS®. Finalizada as etapas de tratamento da imagem, utilizou-se o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), que permite a classificação supervisionada de imagens obtidas por meio do sensoriamento remoto para a elaboração da carta.

A classificação das classes de cobertura do uso da terra foi baseada no Manual Técnico de Uso da Terra (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2013), assim, obtendo quatro tipologias, sendo elas: Construções, Vegetação, Pastagem e Solo Exposto. Todos resultados obtidos pela classificação do SCP foram validados por meio de visitas de campo, o que garantiu um alto nível de confiabilidade. Por fim, utilizou-se a ferramenta “*Band Processing*” para a geração e distribuição das distintas tipologias detectadas no perímetro da escola.

### **Mapa de vulnerabilidade ambiental**

O mapa de “Vulnerabilidade Ambiental à Processos Erosivos” (Oliveira, 2023) utilizou-se da ferramenta “Suporte à Decisão AHP” (*Analytic Hierarchy Process*), objetivando a comparação e combinação dos dados, a partir da atribuição de pesos para avaliação de critérios qualitativos e comparações entre fatores em conjunto.

De acordo com Saaty (1990), a aplicação do método ocorre por meio de três etapas:

1. Definição dos critérios que irão compor a matriz de decisão hierárquica;
2. Construção do conjunto de matrizes de comparação pareada e
3. Atribuição dos pesos aos critérios definidos.



Após a definição dos critérios, o segundo passo é a construção do conjunto de matrizes de comparação pareada com os atributos selecionados. Para tanto, utilizou-se da tabela de cálculo<sup>4</sup>, fundamentada na escala de importância da variável do método AHP (Tabela 1) de Saaty (1990), no qual há cinco graus de intensidade de importância.

**Tabela 1** – Escala de importância da variável no método AHP

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Saaty (1990).

Em um ambiente SIG, operacionalizou-se as etapas de reclassificação com base na atribuição dos pesos de cada um dos mapas utilizados.

Portanto, o mapa de vulnerabilidade aos processos erosivos é resultado da comparação e correlação dos dados coletados dos mapas elaborados — esboço geomorfológico, declividade e uso e ocupação da terra — por Oliveira (2023), a partir da atribuição dos pesos para cada classe individual dos mapas (Quadro 2).

**Quadro 2** – Valores atribuídos às classes temáticas das variáveis

Geomorfologia	Declividade	Uso e Ocupação da Terra
Topos das colinas - 1	Plano (>5%) - 1	Construções - 1
Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas - 5	Suavemente Ondulado (5-10%) - 2	Vegetação - 1
Planícies aluviais - 9	Ondulado (10-15%) - 7	Pastagem - 7
-	Fortemente Ondulado (15-20%) - 9	Solo Exposto - 9

Fonte: Oliveira (2023).

O processo de atribuição dos pesos fora realizado no software QGIS®, obtendo a reclassificação com base na atribuição dos pesos para cada mapa. Decidida a importância dos

<sup>4</sup> Link para a tabela de cálculo: <https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php>.

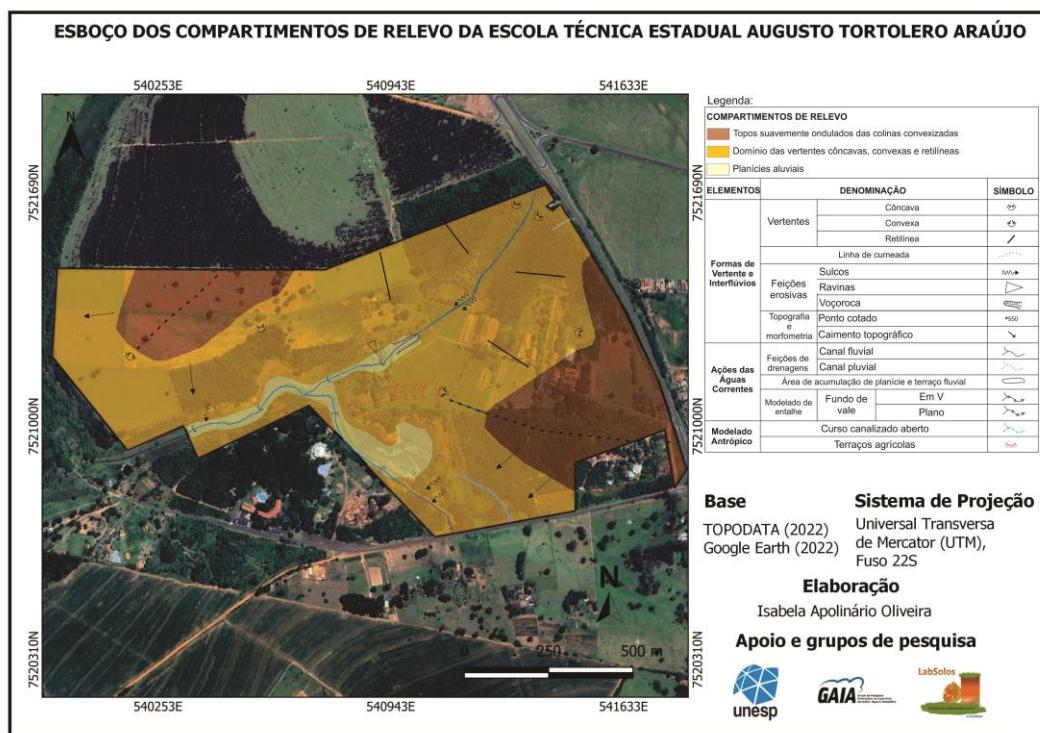


critérios e com os pesos devidamente atribuído, foi necessário inserir a matriz gerada e selecionar as feições e camadas reclassificadas dos mapas geomorfológico, de declividade e de uso e ocupação da terra.

## Resultados e Discussões

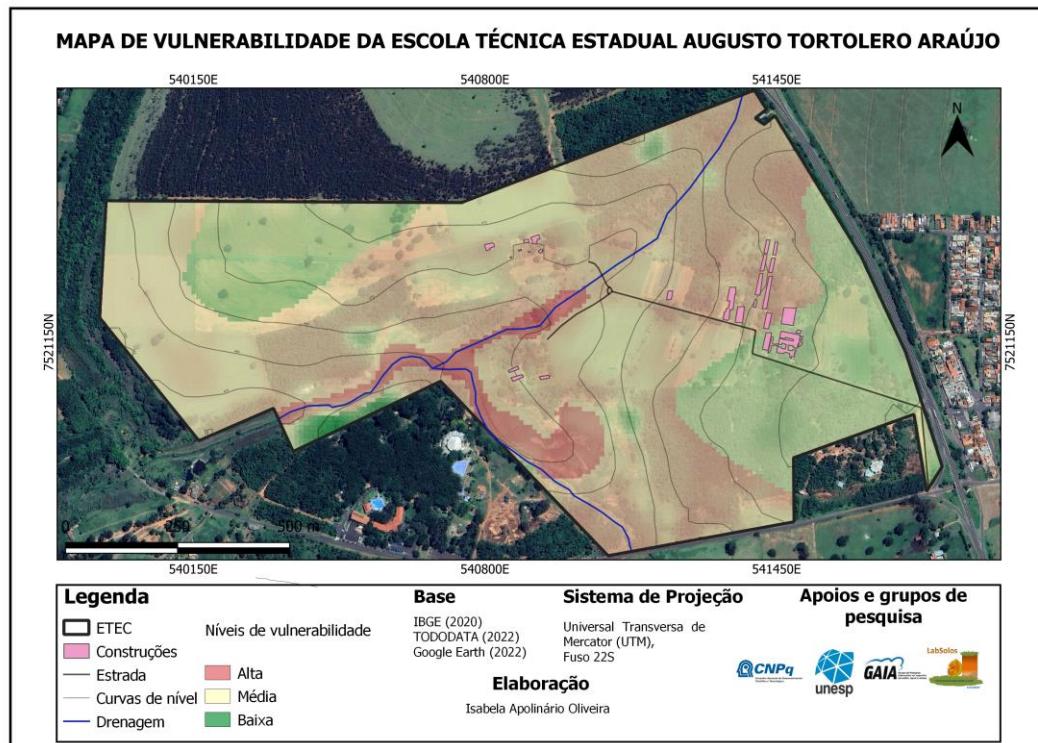
Os resultados obtidos a partir da elaboração e análise dos mapas auxiliaram na compreensão dos níveis de vulnerabilidade, bem como a análise dos níveis clinográficos e as tipologias de uso e ocupação da terra; as formas de relevo (Figura 3) influenciam no maior e menor grau de vulnerabilidade ambiental. Com o intuito de estabelecer uma relação entre o potencial erosivo e a vulnerabilidade ambiental no perímetro escolar, encontrou-se no mapa de vulnerabilidade ambiental (Figura 4) a possibilidade de captar as principais áreas afetadas na ETEC.

**Figura 3 –** Esboço dos compartimentos de relevo da Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo



Fonte: Oliveira (2023).

**Figura 4** – Mapa de vulnerabilidade ambiental da Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo



Fonte: Oliveira (2023).

Analizando a Figura 3 e 4, pode-se observar que o maior nível de vulnerabilidade se concentra no fundo de vale nas planícies aluviais, e posteriormente, nas vertentes com amplos caiamentos topográfico no setor nordeste e sudoeste. Os altos níveis podem ser compreendidos pela falta de matas ciliares nos fundos de vales, bem como também pelo solo exposto nas vertentes mais declivosas, o que pode ser observado nas figuras 5 e 6.

**Figura 5 – Feições erosiva da ETEC no ano de 2017**



Fonte: Acervo dos autores (2017). Adaptado de Google Earth (2022).

**Figura 6 – Avanço da voçoroca em 2017**



Fonte: ETEC (2017).

Oliveira (2023) destaca, que à medida em que o escoamento superficial ocorre em ambientes com baixa cobertura vegetal ou de solo totalmente exposto, durante episódios chuvosos o terreno apresenta predisposição para que haja aumento significativo do escoamento superficial concentrado, de tal modo que quando o fenômeno é somado ao efeito *splash*, ocasionará o aumento da energia do fluxo de água, resultando em maior capacidade erosiva.

Caso o processo continue ocorrendo — sem que haja a intervenção adequada para gerar a quebra da energia do escoamento superficial e a implementação de ações de conservação e manejo que possam garantir máxima cobertura do solo —, o desenvolvimento das erosões poderá ter um ritmo mais acelerado. Diante desse cenário, o terreno estará mais predisposto para o surgimento de novos focos erosivos, principalmente nas áreas com o maior grau de vulnerabilidade ambiental.

As áreas onde concentram-se as baixas vulnerabilidades são principalmente os locais onde estão situados os topos suavemente ondulados das colinas convexizadas, as baixas declividades e as áreas cobertas por gramíneas e fragmentos florestais. As localidades com baixo grau de vulnerabilidade estão situadas nas superfícies destinadas às pastagens, embora a cobertura vegetal dessas áreas seja composta por gramíneas e por pequenos fragmentos de cobertura vegetal de médio a grande porte; os terraços agrícolas agem como uma barreira natural para a quebra de energia. O ponto que apresenta a menor vulnerabilidade converge com o local em que há o domínio da vertente côncava e a predominância das classes clinográficas de 10 F 15% e de 15 F 20%.

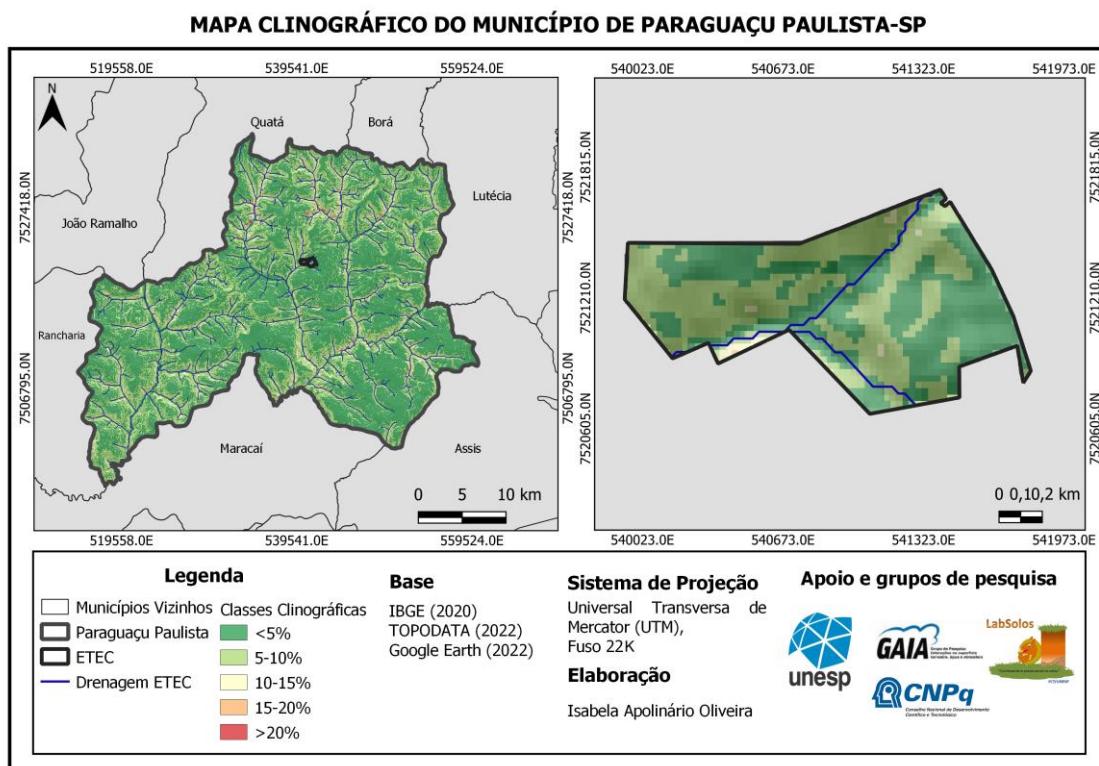
A declividade é um fator importante para a compreensão das razões, se há o aumento dos processos erosivos, dado que quanto maior a classe clinográfica (Figura 7), maior é a velocidade do escoamento superficial — fator que poderá impactar diretamente na vulnerabilidade de determinado local.

Analizando especificamente o perímetro escolar (Figura 7), apresenta-se as seguintes classes: <5%, 5 F 10% e 10 F 15%, havendo predominância das duas primeiras classes.

A menor declividade ocorre ao longo dos pequenos cursos d'água e nos topos das colinas convexizadas, enquanto a classe que varia entre 5 F 10% está disposta sobre o domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas e a classe que varia entre 10 F 15% estão concentradas em um único ponto no sudoeste da escola, no qual observamos a ocorrência das planícies aluviais e baixa altimetria.



**Figura 7 – Mapa clinográfico do município de Paraguaçu Paulista**



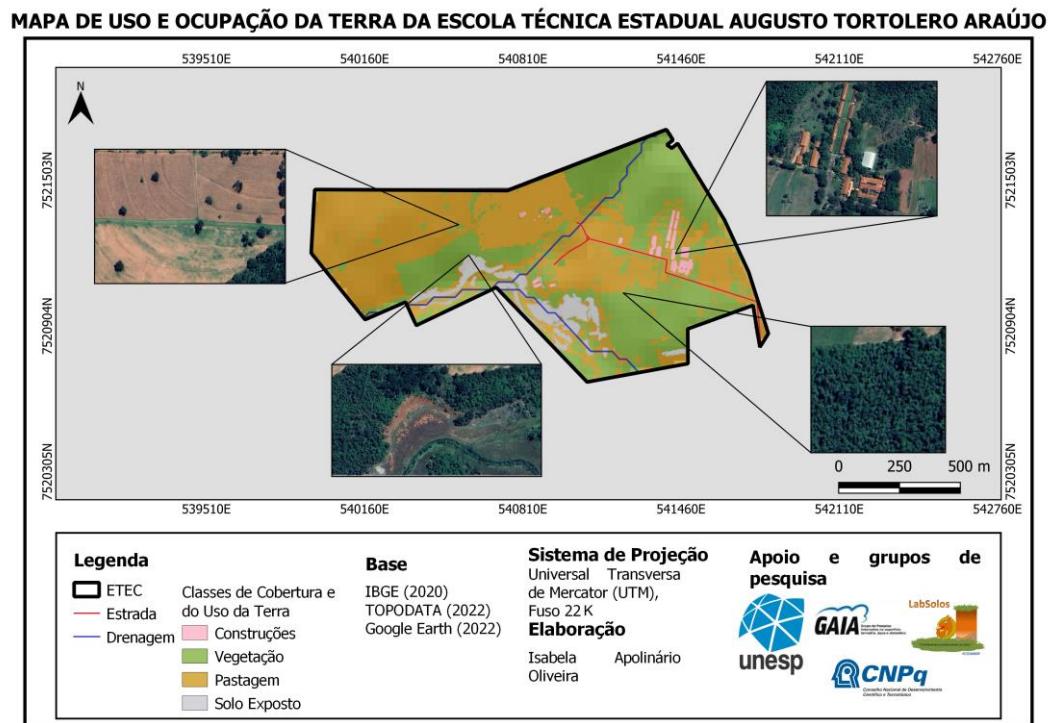
Fonte: Oliveira (2023).

Ao observar o mapeamento dos usos e ocupações da terra (Figura 8) identificou-se que nas vertentes com amplos caimentos topográficos, nas áreas de pastagem e nos solos expostos estão localizados os principais processos erosivos.

De acordo com Oliveira (2023), ao considerar as quatro classes de cobertura e do uso da terra apresentadas, observa-se que a classe de pastagem recobre cerca de 85% da área pertencente aos domínios das vertentes côncavas, convexas e retilíneas, como também por todo topo posicionado a oeste.

No fundo de vale da planície aluvial está a classe de solo exposto, atingindo <5% e 5 a 10% de declividade, correspondendo a região onde há o maior índice de vulnerabilidade, onde identificou-se a presença do estágio mais avançado do processo erosivo: a voçoroca. A classe das construções situa-se em sua grande maioria na porção leste do terreno, representando os espaços físicos da escola.

**Figura 8 – Mapa de uso e ocupação da terra da Escola Técnica Estadual Augusto Tortolero Araújo**



Fonte: Oliveira (2023).

Por fim, temos a classe da vegetação indicada pelo tom de verde, compondo a segunda classe de maior extensão, concentrando-se nos setores nordeste, sudoeste e parte da porção central. Apesar da área possuir fragmentos de vegetação nativa, eles não conseguem conter o volume de água que escorre superficial ao longo dos meses do ano com maiores índices pluviométricos, devido à falta de implementação de medidas técnicas de contenção.

O uso e cobertura da terra, os graus de declividade e as morfologias do relevo, desempenham papéis fundamentais na identificação dos diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental da ETEC. Com essa constatação — associada ao uso de técnicas de geoprocessamento e com a elaboração de produtos cartográficos — é possível identificar áreas ambientalmente vulneráveis aos processos erosivos, possibilitando a proposição de medidas mitigadoras.

## Conclusões

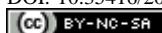
Com base nas análises efetuadas dos produtos cartográficos desenvolvidos durante a pesquisa, constatou-se que a ETEC Augusto Tortolero Araújo possui a maior parte de sua paisagem com níveis de baixa e média vulnerabilidade aos processos erosivos. A área de maior

intensidade ocorre nas vertentes declivosas com solos exposto e nas planícies, decorrentes da falta de cobertura vegetal de grande a médio porte. Esse fato — associado à falta de medidas de contenção — gera maior escoamento superficial concentrado culminando na formação de processos erosivos lineares do tipo sulcos, ravinhas e a voçoroca.

O presente processo de voçorocamento encontra-se na fase de estabilização, entretanto, o mesmo pode vir a tornar-se novamente um meio fortemente instável em decorrência da predominância dos processos de morfogênese sobre os de pedogênese. A utilização de técnicas de controle de processos erosivos e da estabilização de áreas instáveis, proporcionaram a diminuição do aprofundamento dos sulcos e servirão como barreiras reduzindo a velocidade do fluxo de escoamento pluvial e o transporte de sedimentos. Diante disso, reforça-se a importância da implementação de técnicas de bioengenharia na área para conter o volume de água que escoa pelo relevo ao longo dos meses do ano, visando sua estabilidade, e, consequentemente, garantindo gradativamente a restauração vegetal das feições erosivas

O uso do geoprocessamento — em conjunto com as metodologias utilizadas neste trabalho — permitiu a identificação rápida de diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental às feições erosivas lineares, como também compreender as transformações da paisagem e todo o processo histórico de uso e ocupação da terra da escola.

Em suma, levando em consideração que os processos erosivos ocorrem, principalmente, em ambientes alterados pela ação humana — com predomínio de clima tropical, em virtude das altas incidências de chuvas —, cabe ressaltar que a análise e compreensão desse fenômeno — a partir das lentes da vulnerabilidade ambiental — é de grande importância, pois proporcionam uma visão integrada dos aspectos naturais e sociais que interagem no espaço geográfico.



## REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. R. de *et al.* **Vulnerabilidade ambiental**. São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/27686>. Acesso em: 30 jan. 2026.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. Paulo: Ícone, 1999.
- BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. 264 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- D'ALGE, J. C. L. **Cartografia para geoprocessamento**: introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.
- FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares de parte dos municípios de Marabá Paulista - SP e Presidente Epitácio - SP**. 2016. 199 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.
- FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica sob a perspectiva do pensamento da complexidade. **NEMAD**, v. 1, n. 11, p. 167-182, 2016.
- GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. Brasília, DF: IBGE, 2013.
- LIMA, A. B. Uso das técnicas de geoprocessamento em sistema de gestão ambiental (SGA) no Brasil: revisão sistemática da literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2023, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: INPE, 2023. Disponível em: <https://proceedings.sbsr2023/trabalhos/uso-das-tecnicas-de-geoprocessamento-em-sistema-de-gestao-ambiental-sga-no-brasil?lang=pt-br>. Acesso em: 18 dez. 2025.
- MOREIRA, E. S. *et al.* Análise da ocorrência de feições erosivas lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi, Presidente Prudente (SP). **Geografia**, v. 45, n. 1, p. 163-184, 2020.
- NISHIZIMA, M.L. **Vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema – SP**. 2021. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2021.
- NUNES, J. O. R. *et al.* Diagnóstico e intervenções: estudos de caso sobre vulnerabilidade/fragilidade da paisagem e conservação dos solos. In: OLIVEIRA-COSTA, J.



L. P., ZACHARIAS, A. A., PANCHER, A. M. **Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP Comunidade dos Países de Expressão Portuguesa.** Málaga: EUMED, 2022. p. 89-114. cap. 3.

OLIVEIRA, I. A. **Análise da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos na escola técnica estadual Augusto Tortolero Araújo, em Paraguaçu Paulista - SP.** 2023. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2023.

PERROTTA, M. M. *et al.* **Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo.** 2006.

PLANO Estadual de Recursos Hídricos: 2004-2007. São Paulo, DAEE, 2006.

SAATY, T. L. Como tomar uma decisão: o processo de hierarquia analítica. **Jornal Europeu de Pesquisa Operacional**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.

SAVIGEAR, R. Técnica de mapeamento morfológico. **Anais da Associação de Geógrafos Americanos**, v. 55, n. 3, p. 514-538, 1965.

SOUZA, A. M. **Sistema de gestão e planejamento ambiental.** 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil, 2022.

TRICART, J. Principes et méthodes de la geomorphologie. **Ciência do Solo**, v. 100, n. 4, p. 300, 1965.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. V. **System of geomorphological survey.** Netherlands: Manuel ITC Textbook, 1975. v. 8.



### CRediT Author Statement

- Reconhecimentos:** Sim, ao meu orientador por ter abraçado a ideia e ao CNPQ pelo financiamento.
- Financiamento:** Sim, CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)
- Conflitos de interesse:** Não.
- Aprovação ética:** O trabalho seguiu as diretrizes éticas de pesquisa e não tratou de dados sensíveis, portanto, não passando por uma comissão de ética.
- Disponibilidade de dados e material:** Os dados e materiais utilizados constam nos altos da pesquisa com suas devidas referências e procedimentos de coleta.
- Contribuições dos autores:** Autor 1: elaboração do artigo. Autor 2: correção e elaboração do artigo.

**Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação**  
Revisão, formatação, normalização e tradução

