

Geotecnologias no Ensino Médio: O sensoriamento remoto como ferramenta de educação ambiental no semiárido nordestino brasileiro

Geotechnologies in High School: Remote sensing as a tool for environmental education in the northeastern brazilian semiarid region

Geotecnologías en la Educación Secundaria: El sensoriamento remoto como herramienta de educación ambiental en el semiárido del nordeste de Brasil

Recebido: 15/11/2025 | Revisado: 26/11/2025 | Aceitado: 27/11/2025 | Publicado: 30/11/2025

Antonio Eudes Lima da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0697-7002>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: tom.eudes@gmail.com

Rodrigo Nogueira Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1368-6721>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: mvuefsppgm@gmail.com

Jocimara Souza Britto Lobão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4987-190X>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: juci.lobao@uefs.br

Elaine Cristina Cambuí Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5979-2178>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: elainecambui@gmail.com

Washington de Jesus Sant'Anna da Franca Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2175-2792>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: wrocha@uefs.br

Resumo

O avanço das tecnologias digitais tem impulsionado transformações na educação, exigindo práticas pedagógicas inovadoras que integrem recursos tecnológicos ao ensino. Nesse cenário, o sensoriamento remoto surge como uma ferramenta eficaz para o ensino de Geografia e para a formação de uma consciência ambiental crítica. Este estudo objetivou analisar a percepção dos alunos do Ensino Médio do Colégio de Tempo Integral Estadual Pedro Falconeri Rios, em Pé de Serra (Bahia), sobre a degradação ambiental da caatinga e a suscetibilidade à desertificação no semiárido brasileiro, por meio da aplicação de uma sequência didática com o uso de produtos de sensoriamento remoto. A pesquisa, de natureza descritiva e quantitativa, foi organizada em quatro etapas: preparação, levantamento de dados, aplicação da sequência e reflexão. Os dados coletados por questionários foram tratados por meio de estatística descritiva. Os resultados mostraram que o uso de geotecnologias favoreceu o desenvolvimento de competências de leitura espacial, interpretação de mapas e análise crítica das interações entre sociedade e natureza. Os estudantes demonstraram compreender os processos de degradação e identificar causas da desertificação. Conclui-se que o sensoriamento remoto representa um recurso didático inovador e interdisciplinar, capaz de integrar ciência, tecnologia e educação ambiental, promovendo uma aprendizagem crítica, contextualizada e sustentável.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Educação Ambiental; Ensino de Geografia; Desertificação.

Abstract

The advancement of digital technologies has driven transformations in education, demanding innovative pedagogical practices that integrate technological resources into teaching. In this context, remote sensing emerges as an effective tool for teaching Geography and fostering critical environmental awareness. This study analyzed the perception of high school students from the Pedro Falconeri Rios Full-Time State School, in Pé de Serra (Bahia) regarding ecological degradation of the caatinga and susceptibility to desertification in the Brazilian semi-arid region, through the implementation of a didactic sequence using remote sensing products. The research, descriptive and quantitative in nature, was organized into four stages: preparation, data collection, application of the sequence, and reflection. Data collected through questionnaires were analyzed using descriptive statistics. The results showed that the use of

geotechnologies enhanced the development of spatial reading skills, map interpretation, and critical analysis of the interactions between society and nature. Students demonstrated understanding of degradation processes and identified the causes of desertification. It is concluded that remote sensing is an innovative and interdisciplinary educational resource that can integrate science, technology, and environmental education, promoting critical, contextualized, and sustainable learning.

Keywords: Remote Sensing; Environmental Education; Geography Teaching; Desertification.

Resumen

El avance de las tecnologías digitales ha impulsado transformaciones en la educación, exigiendo prácticas pedagógicas innovadoras que integren recursos tecnológicos al proceso de enseñanza. En este contexto, el sensoriamento remoto surge como una herramienta eficaz para la enseñanza de la Geografía y para la formación de una conciencia ambiental crítica. Este estudio analizó la percepción de los estudiantes de Educación Secundaria del Colegio de Tiempo Integral Estadual Pedro Falconeri Rios, en Pé de Serra (Bahía), sobre la degradación ambiental de la caatinga y la susceptibilidad a la desertificación en el semiárido brasileño, mediante la aplicación de una secuencia didáctica basada en el uso de productos de sensoriamento remoto. La investigación, de carácter descriptivo y cuantitativo, fue organizada en cuatro etapas: preparación, levantamiento de datos, aplicación de la secuencia y reflexión. Los datos recolectados por medio de cuestionarios fueron tratados mediante estadística descriptiva. Los resultados mostraron que el uso de geotecnologías favoreció el desarrollo de competencias de lectura espacial, interpretación de mapas y análisis crítico de las interacciones entre sociedad y naturaleza. Los estudiantes demostraron comprender los procesos de degradación e identificar las causas de la desertificación. Se concluye que el sensoriamento remoto representa un recurso didáctico innovador e interdisciplinario, capaz de integrar ciencia, tecnología y educación ambiental, promoviendo un aprendizaje crítico, contextualizado y sostenible.

Palabras clave: Sensoriamento Remoto; Educación Ambiental; Enseñanza de la Geografía; Desertificación.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano e têm provocado transformações profundas na sociedade contemporânea, exigindo dos cidadãos novas habilidades, como a capacidade de compreender e utilizar criticamente as linguagens e ferramentas digitais (Kenski, 2012; Moran, 2018). Tais inovações configuram uma verdadeira revolução cultural e informacional, que impacta os modos de produção, os comportamentos sociais, os instrumentos de trabalho, os meios de comunicação e, especialmente, as formas de aprender e ensinar (Lévy, 1999; Santos & Menezes, 2021).

No campo educacional, a incorporação das tecnologias digitais impulsiona o surgimento de metodologias mais dinâmicas, interativas e participativas, que transformam o aluno em sujeito ativo na construção do conhecimento (Valente, 2019; Almeida & Valadão, 2017). Nesse sentido, o uso de tecnologias na educação deve ser entendido como um processo que transcende a simples informatização do ensino, articulando inovação pedagógica, criticidade e formação cidadã (Freire, 2005; Moran, 2018; Santos & Menezes, 2021).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) reconhecem a importância da incorporação de diferentes tecnologias às práticas pedagógicas, como computadores, internet, TV e vídeo, desde que estas contribuam de modo significativo para a aprendizagem (BRASIL, 1998; 2002). Tais recursos, quando utilizados de forma crítica e planejada, permitem o desenvolvimento de competências voltadas à leitura e à compreensão da realidade socioespacial, promovendo a formação de cidadãos capazes de intervir no meio em que vivem.

Entre as tecnologias que ganharam relevância no ensino de Geografia, destaca-se o Sensoriamento Remoto, definido como o conjunto de técnicas que permite a obtenção de imagens e dados da superfície terrestre a partir da energia refletida ou emitida, sem contato direto com o objeto estudado (Corazza, 2005; Florenzano, 2002).

A Geografia, enquanto ciência que investiga a relação entre sociedade e natureza, desempenha papel essencial na utilização pedagógica do sensoriamento remoto. Essa tecnologia amplia as possibilidades de leitura da paisagem e do território, favorecendo a análise de fenômenos ambientais e socioespaciais em diferentes escalas. Conforme os PCNs

(BRASIL, 1998), a disciplina deve incentivar o uso de múltiplas fontes de informação e linguagens, como mapas, imagens, textos, músicas e dados, para que o estudante desenvolva a capacidade de interpretar, relacionar e explicar as dinâmicas do espaço geográfico. Assim, o uso de imagens de satélite em sala de aula aproxima o aluno da realidade estudada e o estimula a compreender os conceitos de lugar, paisagem, espaço, território e região (Florenzano, 2002). Além disso, tais recursos permitem a correlação entre o espaço vivido e o espaço global, favorecendo a percepção crítica das transformações socioambientais e o exercício da cidadania (Mota et al., 2004; Moura; Oliveira & Ribeiro, 2019).

No Ensino Fundamental, os PCNs apontam que as transformações da paisagem devem orientar o estudo geográfico, permitindo ao educando problematizar as relações entre o local e o global (BRASIL, 1998). Desde o 6º ano, recomenda-se o uso do sensoriamento remoto para análise das paisagens e compreensão dos processos de ocupação e uso do solo (Nogueira, 2020). No Ensino Médio, por sua vez, essa abordagem torna-se ainda mais relevante, pois busca formar um leitor crítico do espaço e um mapeador consciente. Para tanto, os PCNs (BRASIL, 2002) propõem a integração de subtemas ambientais por meio de produtos tecnológicos, como imagens orbitais e outras geotecnologias. A Geografia, entendida como ciência das práticas e dos saberes espaciais (Moreira, 2017), assume, assim, o desafio de incorporar o Sensoriamento Remoto ao contexto escolar, promovendo uma aprendizagem significativa e ambientalmente comprometida (Almeida & Barbosa, 2020; Santos & Menezes, 2021).

Nas últimas décadas, a ampliação do acesso a imagens de satélite gratuitas e a plataformas digitais, como *Google Earth*, *QGIS* e *INPE Image*, intensificou o debate sobre a inserção das geotecnologias na educação geográfica. Diversos autores (Almeida & Valadão, 2017; Nogueira, 2020) destacam que tais ferramentas favorecem a análise espacial crítica e tornam o estudante protagonista na produção do conhecimento geográfico (Farias & Monteiro, 2021).

Nesse sentido, Moura, Oliveira e Ribeiro (2019) enfatizam que o sensoriamento remoto estimula o pensamento espacial e o raciocínio multiescalar, enquanto Cavalcanti (2018) aponta sua contribuição para a alfabetização cartográfica e para o entendimento dos processos territoriais contemporâneos. De modo complementar, Santos e Menezes (2021) afirmam que o papel do professor é mediar a interação entre tecnologia e realidade, promovendo a reflexão crítica sobre o espaço vivido e a sustentabilidade socioambiental.

Apesar de sua relevância científica e pedagógica, ainda há uma lacuna significativa na literatura quanto ao uso do sensoriamento remoto como instrumento para compreender a percepção ambiental dos estudantes sobre a desertificação e a degradação da caatinga. Poucos estudos têm investigado a aplicação dessas tecnologias em escolas públicas do semiárido nordestino, especialmente no âmbito da Educação Básica. Essa carência de pesquisas integrando geotecnologias, ensino de Geografia e Educação Ambiental justifica a realização deste estudo, que busca contribuir para o fortalecimento de práticas pedagógicas contextualizadas e socialmente transformadoras.

Além dessa lacuna, ressalta-se que a desertificação e a degradação ambiental no semiárido nordestino têm se intensificado nas últimas décadas, resultado de pressões climáticas, uso inadequado dos solos e vulnerabilidade socioeconômica das populações locais (Araújo & Arruda, 2010; Barros, 2011; Malvezzi, 2007). Estudos anteriores demonstram que a compreensão desses processos exige não apenas o domínio de conceitos físicos e ambientais, mas também a capacidade de interpretar criticamente o território e reconhecer as interações entre fatores naturais e ações humanas.

A incorporação de produtos de sensoriamento remoto à prática escolar também exige que o estudante desenvolva competências específicas de leitura cartográfica e interpretação de imagens orbitais, competências estas amplamente discutidas por autores que defendem uma educação geográfica pautada em múltiplas linguagens e no pensamento espacial (Cavalcanti, 2018; Nogueira, 2023).

Nesse sentido, a análise de mapas temáticos, como o NDVI aplicado ao Sertão Nordestino, e de imagens de alta resolução do *Google Earth* torna-se fundamental para que os alunos compreendam distintos níveis de organização da paisagem, identifiquem padrões de degradação ambiental e relacionem esses elementos às dinâmicas socioeconômicas do município. Esse processo permite que o estudante articule escalas, compare temporalidades e reconheça, com maior clareza, a complexidade da desertificação no semiárido, reforçando a pertinência de experiências didáticas que associem observação, interpretação e reflexão crítica, conforme defendem Florenzano (2011), Galvâncio et al. (2020) e o INPE/LAPIS (2023).

Diante desse contexto, este estudo objetivou analisar a percepção dos alunos do Ensino Médio do Colégio de Tempo Integral Estadual Pedro Falconeri Rios (CETIPFR), em Pé de Serra (Bahia), sobre a degradação ambiental da caatinga e a suscetibilidade à desertificação no semiárido brasileiro, por meio da aplicação de uma sequência didática com o uso de produtos de sensoriamento remoto.

2. Metodologia

2.1 Tipo e abordagem da pesquisa

A presente investigação caracteriza-se como sendo uma investigação mista: parte numa pesquisa social envolvendo estudantes, parte em uma pesquisa descritiva e quantitativa, com elementos qualitativos de análise interpretativa e, na parte quantitativa a escala Likert transforma dados qualitativos em quantitativos (Pereira et al., 2018) e, o estudo faz uso de estatística descritiva simples com gráficos de barras e valores de frequência absoluta em quantidades e frequência relativa percentual (Shitsuka et al., 2014). Essa abordagem mista permitiu a descrição estatística das respostas e a análise interpretativa do conteúdo das questões dissertativas dadas pelos estudantes, articulando dados empíricos e reflexão pedagógica.

2.2 Procedimentos éticos

A pesquisa foi realizada com autorização formal da direção do Colégio Estadual Pedro Falconeri Rios, localizado na sede do município de Pé de Serra – Bahia, e contou com a participação voluntária dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio dos turnos matutino e vespertino, no ano de 2024. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos e as etapas do estudo, garantindo consentimento livre e esclarecido e o sigilo das informações pessoais, conforme os princípios éticos de pesquisas educacionais.

2.3 Amostra e período da pesquisa

O estudo envolveu 54 estudantes, sendo 31 da turma “A” do turno matutino e 23 da turma “A” do vespertino. A amostragem foi aleatória simples, considerando um universo de 109 alunos matriculados no 3º ano do Ensino Médio. Os alunos foram classificados, além da série, em dois grupos, de acordo com o local de residência: zona urbana ($n = 34$) e zona rural ($n = 20$).

O tamanho amostral dos entrevistados foi definido com base no número total de alunos que cursam a 3ª Série do Ensino Médio do CETIPFR nos turnos matutino e vespertino (109 alunos), considerando um erro padrão de 8% e um nível de confiança de 90%. A amostra foi realizada de forma aleatória simples. A pesquisa foi realizada entre os dias 15 e 30 de agosto de 2024.

2.4 Instrumentos e coleta de dados

A coleta de dados ocorreu em três momentos principais: (1) questionário diagnóstico inicial, composto por 10 afirmativas na escala Likert; (2) atividades práticas em grupos, envolvendo análise de mapas e imagens de satélite sobre a

degradação ambiental da caatinga e a desertificação no semiárido nordestino, especialmente no município baiano de Pé de Serra; e (3) questionário final de avaliação, aplicado após a realização da sequência didática.

O Quadro 1 apresenta o questionário aplicado, cujas afirmativas abordaram temas como a percepção ambiental, o uso do sensoriamento remoto e a compreensão da desertificação.

Quadro 1 – Questionário aplicado aos alunos entrevistados.

AFIRMATIVA	ESCALA DE LIKERT*				
	S	MV	AV	R	N
1. A escola em que estudo orienta sobre os problemas ambientais.	S	MV	AV	R	N
2. No município de Pé de Serra, observo a ocorrência de impactos ou problemas ambientais.	S	MV	AV	R	N
3. A desertificação é uma degradação ambiental.	CT	C	I/NS	DT	D
4. O desmatamento da caatinga é um fator que contribui para a desertificação.	CT	C	I/NS	DT	D
5. É possível conviver no Semiárido sem causar degradação da Caatinga.	CT	C	I/NS	DT	D
6. No município de Pé de Serra, não há risco ou susceptibilidade à desertificação.	CT	C	I/NS	DT	D
7. Eu tenho conhecimento sobre o que é sensoriamento remoto.	CT	C	I/NS	DT	D
8. Eu faço uso de imagens do <i>Google Maps</i> ou do <i>Google Earth</i> em meu dia a dia para atividades escolares ou outras atividades.	S	MV	AV	R	N
9. Os professores utilizam imagens de sensoriamento remoto nas aulas.	S	MV	AV	R	N
10. O uso do sensoriamento remoto pode ser aplicado para os estudos ambientais e sociais em sala de aula.	CT	C	I/NS	DT	D

*Legenda: S: Sempre; MV: Muitas vezes; AV: Às vezes; R: Raramente; N: Nunca.

CT: Concordo totalmente; C: Concordo; I/NS: Indeciso/Não sei; DT: Discordo totalmente; D: Discordo.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A aplicação da sequência didática foi dividida em cinco momentos:

- 1) Os alunos responderam ao questionário diagnóstico sobre o tema;
- 2) Análise da cobertura vegetal do município de Pé de Serra, com a utilização *online* do *Google Maps* e *Google Earth*,
- 3) Os alunos foram organizados em trios para o manuseio de mapas/imagens de satélites, sendo instigados a observar e debater sobre os elementos do espaço geográfico que é possível identificar nos mapas;
- 4) Foi realizada uma apresentação de vídeo sobre “A desertificação na caatinga”. Logo em seguida, os alunos foram organizados novamente em trios para analisar mapas das áreas de risco de desertificação no estado da Bahia, no tempo definido de 5 minutos (INSA/LAPIS).
- 5) Por fim, a última etapa da pesquisa consistiu na reflexão sobre a prática, na qual os alunos puderam avaliar a aplicação e empregar os conceitos construídos na Oficina didático-pedagógica, revendo suas ações e realizando os devidos redimensionamentos. Foram aplicados questionários para avaliar o rendimento do aprendizado em relação à oficina desenvolvida.

2.5 Oficina de cartografia e sensoriamento remoto

A etapa destinada ao estudo sobre o uso do sensoriamento remoto aplicado aos estudos de desertificação no Semiárido Nordestino foi desenvolvida como parte da oficina de cartografia e leitura de mapas temáticos, estruturada para favorecer a compreensão dos padrões espaciais de chuvas e dos indicadores de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) na regional e sua relação direta com a suscetibilidade à desertificação. Para isso, os alunos foram organizados aleatoriamente em

trios, formando pequenos grupos colaborativos que permitiram a troca de ideias, o confronto de interpretações e a construção conjunta das análises.

Cada grupo de alunos recebeu um conjunto de mapas temáticos contendo a distribuição espacial da precipitação média anual na Bahia, com ênfase nas regiões semiáridas, além do mapa das áreas suscetíveis à desertificação (EMBRAPA, 2017). Antes da leitura analítica, foi realizada uma breve retomada conceitual sobre escalas cartográficas, simbologia, classes de precipitação e interpretação de legendas, a fim de garantir que todos os estudantes tivessem condições técnicas equivalentes para a análise.

Em seguida, os trios foram orientados a realizar uma leitura sequencial dos mapas, seguindo três movimentos metodológicos complementares:

1. Identificação das faixas de precipitação e reconhecimento das áreas de menor pluviosidade no estado, observando o gradiente espacial que se intensifica do litoral para o interior.
2. Localização das áreas classificadas com diferentes graus de suscetibilidade à desertificação, a partir da análise de mapas do NDVI (2011-2016) utilizando predominantemente a legenda de cores e o contorno estadual.
3. Cruzamento interpretativo entre os dois mapas, procurando estabelecer relações diretas entre baixos índices pluviométricos e maior vulnerabilidade ambiental.

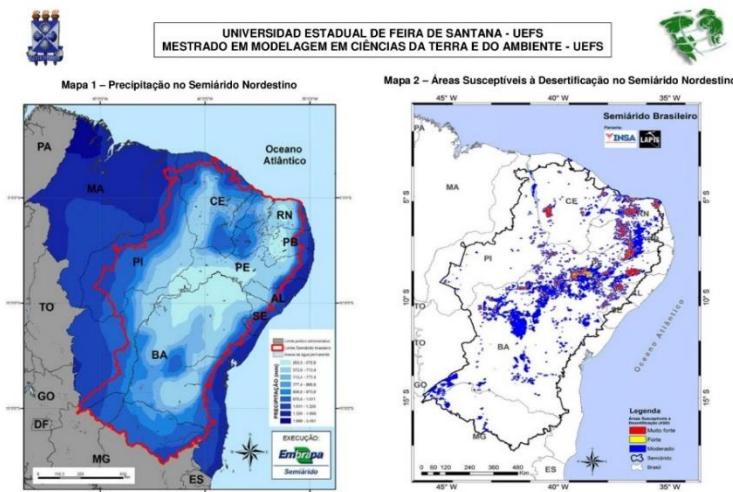
Esse processo de leitura integrada buscou estimular habilidades cognitivas ligadas à interpretação multiescalar, ao raciocínio geográfico e à capacidade de estabelecer relações causais no espaço, aspectos amplamente defendidos por Callai (2011), Cavalcanti (2014; 2018) e Nogueira (2023) no campo da Educação Geográfica contemporânea.

Durante a oficina, foi enfatizado que os alunos deveriam justificar oralmente suas interpretações, citando elementos do mapa (cores, classes, limites municipais, legenda), evitando respostas intuitivas e estimulando a argumentação geográfica. A mediação do professor ocorreu de forma dialógica, intervindo apenas quando necessário para orientar a leitura ou para provocar reflexões mais profundas sobre a relação entre clima, solos e processos de degradação.

2.5.1 Análise dos mapas de precipitação no sertão nordestino

A análise dos mapas integrou uma das etapas centrais da oficina, estruturada para desenvolver nos estudantes a capacidade de interpretar representações cartográficas e reconhecer a relação entre os padrões pluviométricos e a suscetibilidade à desertificação. Para a realização da atividade, os alunos foram organizados aleatoriamente em trios, estratégia que buscou favorecer a cooperação, o debate argumentativo e a elaboração conjunta das leituras espaciais, promovendo o protagonismo discente na interpretação de dois mapas (Figura 1): Mapa 1) Precipitação no Semiárido nordestino, e Mapa 2) Áreas suscetíveis à desertificação no Semiárido nordestino.

Figura 1 – Mapa 1: Precipitação no Semiárido nordestino e
Mapa 2: Áreas suscetíveis à desertificação no Semiárido nordestino.



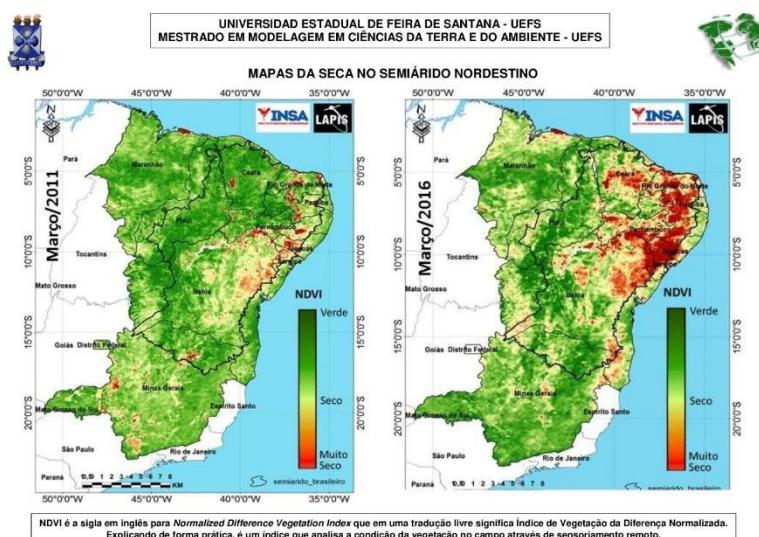
Questão 2: Analise o Mapa 1 – Precipitação/Pluviosidade e o Mapa 2 – Áreas suscetíveis à Desertificação no Semiárido, e explique a relação entre eles.

Fonte: INPE/LAPIS (2023).

2.5.2 Uso dos mapas de NDVI do sertão nordestino

Para aprofundar a leitura ambiental da região semiárida, foram incluídos nas atividades os mapas de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) produzidos para o Sertão Nordestino (Figura 2), retirado do Livro "Um século de secas" (Buriti e Barbosa, 2018), para os de 2011 e 2016. Esses mapas permitiram que os alunos identificassem padrões de vigor da vegetação, áreas de solo exposto e manchas críticas relacionadas à degradação da caatinga. A análise visual dessas áreas foi essencial para que os estudantes compreendessem como a redução da biomassa vegetal está associada ao avanço da suscetibilidade à desertificação, conforme demonstram Florenzano (2011) e INPE/LAPIS (2023).

Figura 2 – Mapas do NDVI para o sertão nordestino (2011 e 2016).



Questão 2: Explique o que aconteceu com a cobertura vegetal entre os anos de 2011 a 2016? Qual uma possível explicação para esse fato?

Fonte: Buriti e Barbosa (2018).

2.5.3 Uso das imagens de satélite do *Google Earth*

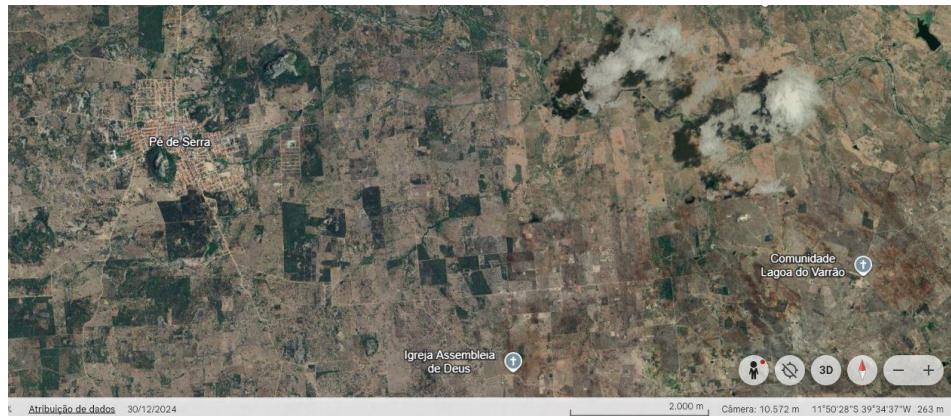
Complementarmente, foram utilizadas imagens de alta resolução do *Google Earth*, permitindo a observação detalhada de feições do relevo, padrões de uso do solo e sinais de degradação no município de Pé de Serra (Mapas 3 e 4). Em diferentes escalas, os alunos puderam comparar áreas com vegetação preservada, áreas desmatadas, caminhos de gado, processos erosivos e manchas de solo exposto, exercitando a leitura da paisagem real e suas transformações. Essa estratégia está alinhada às recomendações de Almeida e Barbosa (2020), que destacam o potencial pedagógico das plataformas de visualização orbital gratuitas na formação geográfica.

A imagem do mapa (Figura 3) foi extraída do *Google Earth*, no dia 29 de outubro de 2025, no *link*: <https://earth.google.com/web/search/P%c3%a9+de+Serra,+BA/@-11.84133395,-39.57722297,263.09985763a,10309.12028908d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCck2bLc3tTJAECg2bLc3tTLAGQ1sJDfeu0ZAIXdmnWG26UrAQgIIATIpCicKJQ ohMUREZUhHSUp3c19TYWdodGl3aXdzclpZZzV1ZkFRMzF4IAE6AwoBMEICCABKBwiykKQrEAE?authuser=0>. Acesso em: 08 ago. 2024.

Figura 3 – Área

de Pé de Serra –

Bahia.



Fonte: link acima.

A imagem do mapa (Figura 4) foi também extraída do *Google Earth*, no dia 29 de outubro de 2025, no *link*: <https://earth.google.com/web/search/P%c3%a9+de+Serra,+BA/@-11.84867887,-39.65048994,328.82010785a,12233.71471328d,35y,-17.11563129h,0.5649235t,-0r/data=CiwiJgokCck2bLc3tTJAECg2bLc3tTLAGQ1sJDfeu0ZAIXdmnWG26UrAQgIIATIpCicKJQohMUREZUhHSUp3c19TYWdodGl3aXdzclpZZzV1ZkFRMzF4IAE6AwoBMEICCABKBwiykKQrEAE?authuser=0>. Acesso em: 08 ago. 2024.

Figura 4 – Área de Pé de Serra – Bahia



Fonte: link acima.

2.5.4 Integração NDVI + *Google Earth* na sequência didática

Durante a oficina, a sobreposição conceitual entre os mapas NDVI e as imagens do *Google Earth* foi trabalhada para que os alunos comparassem indicadores quantitativos (índices espectrais) e evidências qualitativas (imagens de satélite). Esse cruzamento ampliou a compreensão dos processos socioambientais e favoreceu uma análise integrada da desertificação, estimulando habilidades de raciocínio multiescalar e leitura crítica do território. Essa abordagem dialoga com Cavalcanti (2018) e Nogueira (2023), que defendem uma educação geográfica baseada em múltiplas linguagens e geotecnologias.

2.6 Análise dos dados

Os dados quantitativos foram organizados e tabulados no *Microsoft Excel 2019*, utilizando estatística descritiva (frequências e percentuais). As respostas qualitativas às questões dissertativas foram analisadas por meio de análise de conteúdo temática, com categorização das respostas segundo a frequência dos termos e ideias predominantes, visando identificar padrões de percepção ambiental e níveis de compreensão conceitual entre os estudantes.

3. Resultados e Discussão

3.1 Percepção ambiental dos estudantes sobre os impactos e problemas ambientais locais

3.1.1 Diagnóstico da percepção ambiental

A análise dos resultados teve como base os questionários aplicados antes e depois da sequência didática, com o objetivo de compreender a percepção ambiental dos alunos sobre a degradação da Caatinga e a suscetibilidade à desertificação no semiárido brasileiro. Participaram da pesquisa 54 estudantes da 3^a série do Ensino Médio do Colégio Estadual Pedro Falconeri Rios, distribuídos nos turnos matutino e vespertino. A amostra foi dividida entre residentes da zona urbana (n=34) e da zona rural (n=20), permitindo uma comparação entre os dois contextos.

Os dados iniciais indicaram que 74% dos alunos afirmaram que os problemas ambientais são abordados na escola “às vezes” e outros 15% disseram que o tema é discutido “muitas vezes” ou “sempre”. Apenas 11% consideraram que essa temática é raramente ou nunca trabalhada em sala de aula. Tais resultados demonstram que a questão ambiental já faz parte do currículo escolar, mas ainda de forma não sistemática.

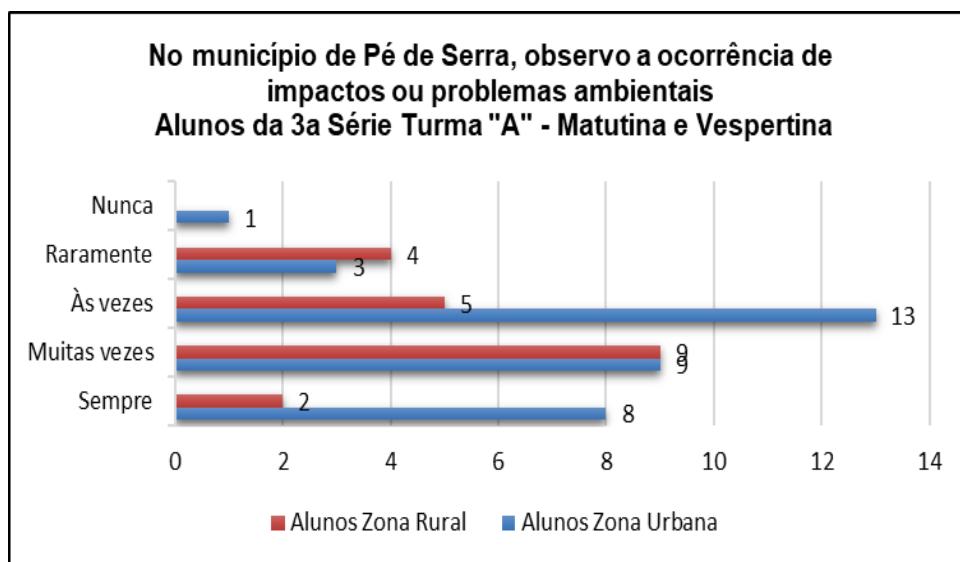
A Educação Ambiental, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), deve ser desenvolvida de maneira transversal, contínua e interdisciplinar, estimulando o pensamento crítico e o engajamento dos alunos em torno da

sustentabilidade. Essa visão é compartilhada por Carvalho (2001) e Jacobi (2003), que defendem que a formação ambiental deve estar associada ao contexto social e histórico do educando, fortalecendo a cidadania ecológica e a ação comunitária. Desse modo, o estudo do tema Meio Ambiente remete à necessidade de recorrer a conhecimentos de diversas áreas do saber (BRASIL, 1998).

Os dados obtidos reforçam que a percepção ambiental dos estudantes é um elemento essencial para o êxito das práticas pedagógicas. De acordo com Reigota (2004) e Sauvé (2005), compreender como os jovens percebem o meio ambiente é o primeiro passo para promover atitudes transformadoras. Em sintonia, Lima e Santos (2019) destacam que a abordagem da percepção ambiental no espaço escolar favorece o engajamento dos jovens na compreensão das problemáticas socioambientais locais, fortalecendo o sentimento de pertencimento e de responsabilidade socioecológica.

No contexto local, quando questionados sobre os impactos ambientais em seu espaço de vivência, os estudantes do 3º ano do Ensino Médio do CETIPFR revelaram percepções significativas sobre a realidade do município de Pé de Serra (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Observação dos impactos ambientais pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Conforme mostra o Gráfico 1, entre os alunos da zona urbana, 88% afirmaram perceber impactos ou problemas ambientais no município onde vivem, enquanto 12% disseram observá-los raramente ou não os percebem. Na zona rural, 75% dos participantes também relataram identificar esses problemas em seu cotidiano, enquanto 25% declararam observá-los raramente ou não os perceber. Esses dados evidenciam uma consciência ambiental mais presente entre os estudantes urbanos, mas também indicam que o tema está presente no cotidiano de boa parte dos estudantes do meio rural. Ademais, revelam a importância de contextualizar o ensino à realidade local e de fortalecer a reflexão crítica sobre os problemas ambientais cotidianos.

3.1.2 Compreensão da desertificação

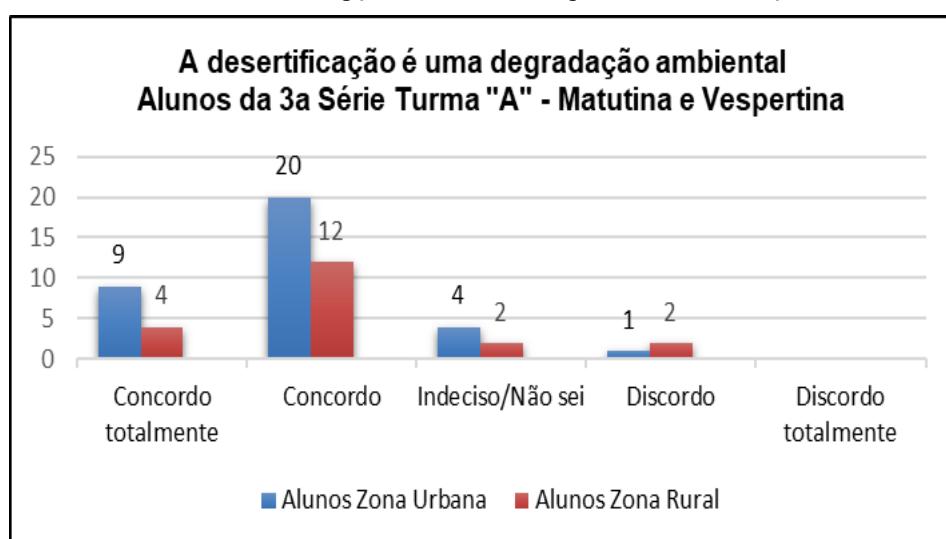
A desertificação, segundo a Convenção das Nações Unidas (UNCCD, 1994), é a degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas, resultante de diversos fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas

(ONU, 1992). Trata-se de um processo lento e cumulativo que compromete gradualmente a capacidade de sobrevivência das comunidades locais (ONU, 1992).

Na região do semiárido brasileiro, a suscetibilidade à desertificação é um dos problemas socioambientais mais graves, com reflexos diretos nos setores sociais e econômicos (Malvezzi, 2007; Araújo & Silva, 2018; Costa; Barreto & Souza, 2022). Assim, compreender a desertificação é essencial, especialmente para os moradores das áreas suscetíveis a esse processo, pois o conhecimento sobre suas causas e consequências possibilita adotar práticas de uso sustentável do solo e fortalecer ações preventivas.

Nesse sentido, os alunos foram questionados sobre a percepção geral da temática da desertificação, buscando compreender em que medida reconhecem esse fenômeno como um problema socioambiental que afeta diretamente o semiárido nordestino (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Percepção dos alunos a respeito da desertificação.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Os resultados mostraram que 84% dos alunos entrevistados reconhecem a desertificação como uma forma de degradação ambiental; outros 10% estavam indecisos ou não souberam responder; e 6,0% dos alunos discordaram dessa afirmação. Nessa questão, observou-se que a incompREENSÃO é mais expressiva entre os alunos da zona rural (20%) do que entre os da zona urbana (15%), o que pode estar relacionado à carência de abordagens sistematizadas sobre o tema nas escolas do campo.

De acordo com Souza e Barbosa (2020), a conscientização das populações locais é um dos pilares fundamentais no enfrentamento da desertificação, uma vez que o envolvimento comunitário favorece a gestão participativa dos recursos naturais e a construção de alternativas produtivas compatíveis com as condições ambientais do semiárido. Assim, torna-se necessário que a população do sertão nordestino compreenda o que é a desertificação e identifique as principais causas desse processo.

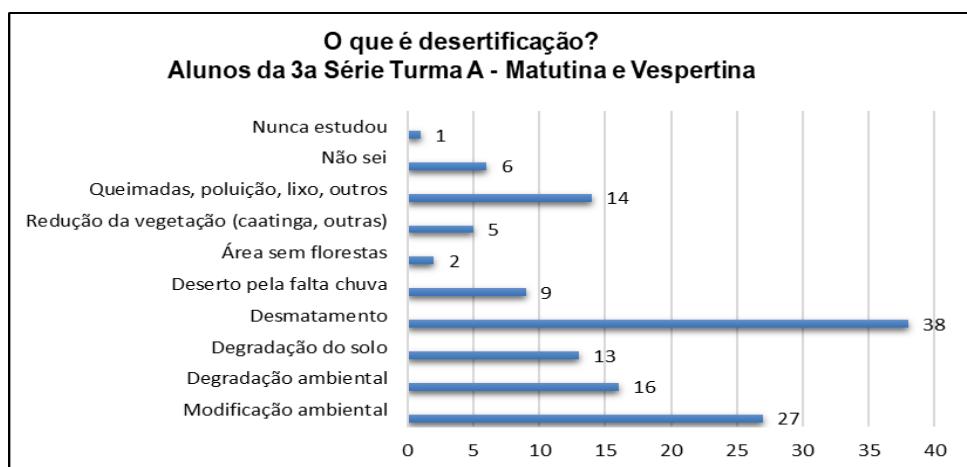
No que se refere à relação entre o desmatamento da caatinga e a desertificação, os resultados demonstraram que 91% (n=31) dos alunos da zona urbana e 65% (n=13) dos alunos da zona rural concordam que o desmatamento da vegetação nativa contribui para a desertificação. Observou-se, contudo, maior discrepância na proporção de estudantes indeciso, discordantes ou que não souberam responder: (9%, n=3) entre os residentes urbanos versus 35% (n=7) entre os residentes rurais. Esse resultado aponta para uma fragilidade de percepção quanto à relação direta entre a degradação da caatinga e o avanço do processo de

desertificação, sobretudo entre os alunos da zona rural, que, paradoxalmente, convivem mais de perto com os impactos ambientais.

Segundo Souza et al. (2019), esse distanciamento conceitual reflete a ausência de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar nas escolas, capaz de relacionar o cotidiano local às dinâmicas ambientais regionais. Assim, torna-se essencial promover uma educação ambiental crítica e participativa, que possibilite aos jovens compreender as causas estruturais da desertificação e atuar de forma consciente em sua mitigação.

Ao serem questionados sobre o conceito de desertificação, conforme indicado no Gráfico 3, os alunos do 3º ano do Ensino Médio apresentaram percepções diversas sobre o tema, revelando tanto avanços quanto lacunas conceituais em sua compreensão.

Gráfico 3 – Entendimento do conceito de desertificação.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A maioria dos estudantes associou a desertificação ao desmatamento (31%), à modificação da paisagem natural (25%) e à degradação do solo e do ambiente (21%), o que demonstra uma percepção vinculada aos aspectos visíveis e imediatos do fenômeno, como o empobrecimento da vegetação e a perda da fertilidade do solo. Esse resultado está em consonância com as observações de Souza et al. (2019) e Costa, Barreto e Souza (2022), que identificam, na percepção popular, uma tendência a compreender a desertificação a partir de suas manifestações mais evidentes, sem necessariamente reconhecer a complexa interação entre fatores naturais e antrópicos.

Por outro lado, 12% dos estudantes relacionaram o fenômeno ao aumento da temperatura e à escassez de chuvas, indicando algum entendimento sobre a influência das variações climáticas na gênese da desertificação, ainda que de forma limitada. Já 11% dos participantes não souberam definir o termo, o que evidencia a fragilidade conceitual e a ausência de uma abordagem sistematizada sobre o tema no contexto escolar. Essa lacuna conceitual reforça a importância de integrar o ensino sobre desertificação à Educação Ambiental e à Geografia, a fim de promover uma compreensão crítica do fenômeno.

Além desses aspectos, é importante destacar que a predominância de percepções centradas em elementos visíveis, como desmatamento, perda da fertilidade do solo e alterações na paisagem, reflete uma compreensão parcial do fenômeno, frequentemente observada em comunidades situadas em áreas suscetíveis à desertificação. Como afirmam Martins e Pereira (2020), a leitura cotidiana da desertificação tende a privilegiar sinais imediatos do processo, enquanto suas causas estruturais,

como o uso inadequado do solo, a pressão socioeconômica sobre os recursos naturais e a variabilidade climática, permanecem menos evidentes para os estudantes.

Do mesmo modo, Barbosa e Santos (2021) apontam que a desertificação, por sua natureza multifatorial, exige uma articulação entre dimensões ecológicas, climáticas e socioeconômicas para ser compreendida em sua totalidade, o que nem sempre está presente nas práticas pedagógicas tradicionais. Florenzano (2011) e Galvíncio et al. (2020) reforçam que a interpretação do fenômeno requer o domínio de conceitos ligados ao sensoriamento remoto e à análise ambiental integrada, uma vez que muitos de seus efeitos não são diretamente observáveis a olho nu. Dessa forma, a limitação conceitual revelada nas respostas dos estudantes reforça a necessidade de abordagens didáticas que contextualizem a desertificação como um processo sistêmico e multiescalar, articulando-a tanto às políticas de gestão territorial quanto às mudanças climáticas globais, conforme defendem UNCCD (2017) e Nogueira (2023).

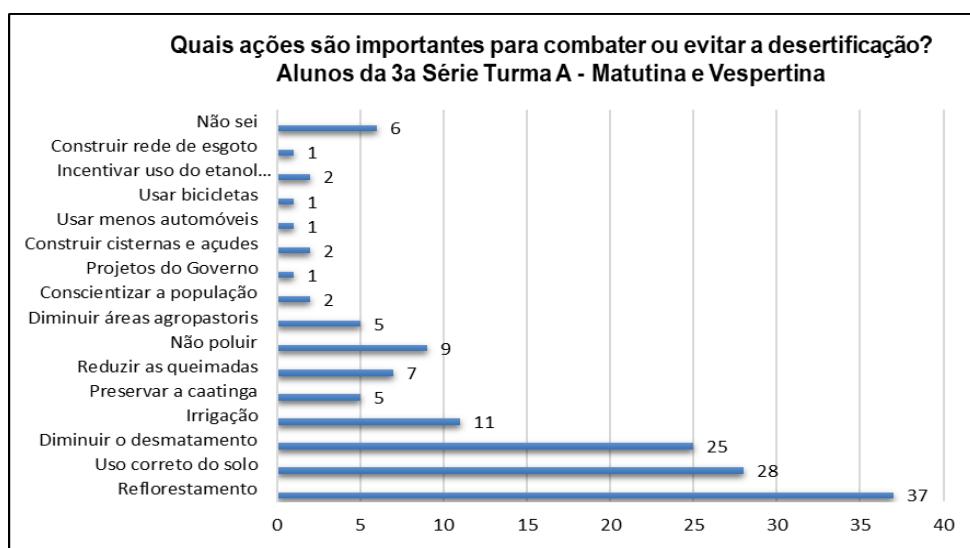
3.1.3 Ações e práticas sustentáveis

Com relação às ações para combater ou evitar a desertificação, os alunos apresentaram diversas alternativas, revelando diferentes níveis de envolvimento e percepção sobre a responsabilidade individual e coletiva frente aos desafios ambientais do semiárido.

Os resultados, conforme ilustrado no Gráfico 4, evidenciam que a maioria dos alunos (82%) apontou práticas sustentáveis, como reflorestamento, uso adequado do solo, redução do desmatamento, cuidado com o ambiente e conscientização das pessoas, entre as medidas mais importantes para combater ou evitar a desertificação. Essa visão demonstra sensibilidade ambiental e reconhecimento do papel humano na degradação da caatinga.

Entretanto, a análise revelou contrastes entre os grupos. Os estudantes urbanos mostraram maior familiaridade com o discurso ambiental presente nos meios de comunicação e nas escolas, enquanto os rurais tendem a perceber a desertificação como fenômeno natural, dissociado das práticas agrícolas locais. Essa diferença evidencia a desigualdade na formação ambiental e no acesso à informação, além de apontar a necessidade de uma educação contextualizada que relate o cotidiano do campo com as dinâmicas regionais.

Gráfico 4 – Alternativas para combater ou evitar a desertificação



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Segundo Souza et al. (2019), a superação dessa lacuna depende da integração entre educação, políticas públicas e participação comunitária, em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 15.3), que propõe restaurar ecossistemas degradados e promover o uso sustentável do solo até 2030. Assim, a escola torna-se um espaço estratégico para estimular práticas de convivência sustentável com o semiárido e promover a corresponsabilidade socioambiental.

3.2 Sequência didática: estudo de mapas digitais e imagens aéreas

A integração entre Educação Ambiental e Geotecnologias constitui estratégia essencial no ensino de Geografia, sobretudo em regiões semiáridas, onde a leitura da paisagem demanda múltiplas linguagens cartográficas (Almeida & Valadão, 2017; Cavalcanti, 2018). A sequência didática desenvolvida neste estudo mobilizou produtos de sensoriamento remoto — NDVI, precipitação, uso do solo e mapas de suscetibilidade à desertificação — e imagens de alta resolução de áreas do município de Pé de Serra, na Bahia, para favorecer a compreensão dos processos ambientais associados à desertificação.

A análise orientada dos mapas permitiu que os estudantes identificassem padrões visuais, reconhecessem variações temporais e estabelecessem relações entre dinâmica climática, vigor da vegetação e pressões antrópicas. A comparação multitemporal dos mapas de NDVI (2011–2016) possibilitou correlacionar a redução da cobertura vegetal às estiagens prolongadas e ao desmatamento, interpretação confirmada por 95% dos participantes. De modo semelhante, 89% reconheceram a coincidência espacial entre baixa pluviosidade e maior suscetibilidade à desertificação, e 96% identificaram a tendência de expansão das áreas de risco projetadas para 2050.

As imagens de satélite ampliaram a percepção dos alunos sobre os processos de degradação da caatinga, com 91% relatando identificação de áreas de solo exposto e fragmentação da vegetação. Essa etapa reforçou a articulação entre dados espectrais e evidências visuais, favorecendo uma leitura multiescalar do território (Galvínio et al., 2020). Os resultados refletem avanços expressivos no desenvolvimento de competências cartográficas e na compreensão integrada dos fenômenos ambientais.

O levantamento revelou, contudo, desigualdade digital significativa: estudantes da zona rural possuem menor acesso a ferramentas das geotecnologias, como *Google Earth*, e 85% desconheciam o conceito de sensoriamento remoto, indicando necessidade de formação docente e infraestrutura tecnológica consistente. Ainda assim, a sequência didática demonstrou forte potencial pedagógico: 89% reconheceram a relevância do sensoriamento remoto para estudos ambientais, 83% manifestaram interesse em aprofundar o uso das geotecnologias e 82% relataram melhor compreensão da desertificação após as atividades. Para 95%, o uso de mapas digitais tornou as aulas mais dinâmicas e contribuiu para uma leitura mais qualificada do espaço geográfico.

Em síntese, os resultados evidenciam que a abordagem integrada de mapas temáticos e imagens orbitais fortalece o pensamento espacial, aprimora a análise crítica do território e se mostra particularmente eficaz para compreender processos de degradação ambiental no semiárido, consolidando o sensoriamento remoto como ferramenta central na formação geográfica contemporânea.

3.3 Análise comparativa entre alunos da zona urbana e rural

A comparação entre estudantes da zona urbana e rural evidenciou diferenças significativas na compreensão da desertificação. Os alunos urbanos demonstraram maior domínio conceitual e maior capacidade de identificar práticas antrópicas associadas à degradação da caatinga, resultado diretamente relacionado ao acesso ampliado a tecnologias digitais, infraestrutura escolar e recursos didáticos. Já os estudantes da zona rural, embora vivenciem cotidianamente os efeitos da

degradação ambiental, apresentaram maior dificuldade em reconhecer suas causas estruturais, indicando falhas na mediação escolar e na articulação entre experiência local e sistematização conceitual.

Essas disparidades refletem desigualdades socioespaciais persistentes no semiárido, onde a carência de laboratórios, internet estável e formação docente voltada ao uso de geotecnologias limita o desenvolvimento do pensamento espacial crítico. Estudos recentes (Rosa & Barbosa, 2021; Lima et al., 2022) destacam que práticas pedagógicas descritivas, ainda predominantes em parte das escolas rurais, dificultam a construção de interpretações ambientais mais complexas. Assim, mesmo inseridos em contextos marcados pela desertificação, muitos estudantes não conseguem explicá-la cientificamente.

A literatura geográfica (Cavalcanti, 2014; 2018) enfatiza que o ensino deve relacionar o espaço vivido às dinâmicas que produzem os fenômenos, condição essencial para superar visões fragmentadas como as observadas neste estudo. Nesse sentido, políticas de inclusão digital e metodologias que integrem plataformas digitais e produtos de sensoriamento remoto tornam-se fundamentais para ampliar o acesso ao conhecimento cartográfico e reduzir assimetrias entre campo e cidade.

De modo geral, os resultados mostram que o sensoriamento remoto é um recurso pedagógico estratégico para fortalecer a aprendizagem geográfica e promover a compreensão crítica dos processos de desertificação, especialmente quando articulado à Educação Ambiental e às metas da LDN/ODS 15.3. Democratizar o acesso às tecnologias nas escolas rurais é, portanto, condição necessária para uma educação geográfica mais equitativa e socialmente transformadora.

4. Conclusão

O estudo demonstrou que o sensoriamento remoto constitui um recurso pedagógico eficaz para ampliar a leitura espacial e compreender os processos de degradação ambiental no semiárido. A sequência didática aplicada favoreceu a interpretação de mapas temáticos, o reconhecimento das causas da desertificação e o desenvolvimento do pensamento geográfico crítico entre os estudantes.

Em síntese, os resultados evidenciam que as geotecnologias potencializam a aprendizagem significativa e fortalecem a Educação Ambiental, alinhando-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 15.3), voltadas à restauração de ecossistemas degradados e à promoção da sustentabilidade. Persistem, contudo, desafios relacionados ao acesso desigual às tecnologias e à necessidade de formação docente continuada. Recomenda-se a ampliação dessas práticas em diferentes contextos escolares, a fim de consolidar uma educação geográfica tecnicamente qualificada e socialmente comprometida com a sustentabilidade do semiárido brasileiro.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM – UEFS/BA).

Ao Professor Doutor Rodrigo Nogueira de Vasconcelos (UEFS-BAHIA).

À gestão do Colégio Estadual de Tempo Integral Pedro Falconeri Rios (CETIPFR).

Aos professores de Geografia do CETIPFR: Adjaelmo Carneiro Rios e Rafael Carneiro.

Aos alunos do 1^a Série do Ensino Médio, Turmas “A e B” (turnos Matutino e Vespertino), do CETIPFR.

Referências

- Akhtar-Schuster, M. et al. (2016). Land degradation and the Sustainable Development Goals: Threat and opportunity. *Environmental Science & Policy*. 63, 250–4. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.001>.
- Almeida, L. C. & Barbosa, R. C. G. (2020). O sensoriamento remoto como ferramenta pedagógica na educação ambiental. *Revista Eletrônica do Produtor Rural*. 11(2), 115-25. <http://dx.doi.org/10.19159/repro.2020112115-125>. Acesso em: 23 fev. 2025.
- Almeida, M. E. B. & Valadão, J. A. (2017). As geotecnologias no ensino de geografia: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 7(14), 55-70. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/494>.
- Andrade, R. A. & Rodrigues, E. L. (2022). Percepção do espaço geográfico e geotecnologias: uma análise com alunos do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 12(23), 1-19. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1150>.
- Araújo, C. S. F. & Sousa, A. N. (2011). Estudo do processo de desertificação na caatinga: proposta de Educação Ambiental. *Ciência & Educação*. 17(4), 975-86. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400013>.
- Araújo, J. M. & Arruda, D. B. (2010). Desenvolvimento sustentável: políticas públicas e Educação Ambiental no combate à desertificação no Nordeste. *Veredas do Direito*. 7(13/14), 289-310. <https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/199>.
- Barros, J. D. S. (2011). Mudanças climáticas, degradação ambiental e desertificação no semiárido. *Revista Eletrônica POLÉM!CA*. 10(3), 476-83. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/2915>.
- Brasil. (2002). Ministério da Educação. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Humanas e suas tecnologias. Brasília: Semtec.
- Brasil. (2000). Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Geografia – Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/geografia.pdf>.
- Brasil. (1997). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil. (1998). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF.
- Callai, H. C. (2011). A educação geográfica e o mapa: a representação e a leitura do mundo. *Revista Terra Livre*. 37, 23-41.
- Carvalho, I. C. M. Qual educação ambiental? Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural. *Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.*, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 43-51, 2001.
- Carvalho, V. S. G. (2012). O sensoriamento remoto no ensino básico da Geografia: definindo novas estratégias. APED.
- Caívaldi, L. S. (2014). O ensino de geografia e a cartografia escolar: desafios e possibilidades. *Revista Formação*. (25), 135-54.
- Caívaldi, L. S. (2018). Geografia e práticas espaciais: do local ao global. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 8(16), 77-94. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/516>.
- ONU. (19960). Conferência das Nações UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.
- Corazza, M. L. (1992). Sensoriamento Remoto. (2.ed). IESDE Brasil S.A
- Costa, M. F., Barreto, M. M. S. & Souza, V. C. B. (2022). Percepção ambiental e desertificação: desafios para a educação ambiental no semiárido. *Revista de Educação Ambiental*. 17, n. 1, p. 134-150, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34024/rea.2022.v17.2022.15093>. Acesso em: 8 mar. 2025.
- Dias, G. F. (1991). Educação Ambiental: Princípios e Práticas. Editora Gaia.
- Effting, T. R. (2007). Educação Ambiental nas escolas públicas: Realidade e desafios. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Farias, M. L. D. & Monteiro, L. F. S. (2021). O uso das geotecnologias no ensino de geografia e a formação do pensamento espacial. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 11(21), 15-32. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/976>.
- Florenzano, T. G. (2002). Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. Editora Oficina de Textos.
- Florenzano, T. G. & Santos, V. M. N. (2003). Difusão do Sensoriamento Remoto através de projetos escolares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. Anais... Editora INPE.
- Freire, P. (2005). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. (31.ed). Editora Paz e Terra.
- Google. (2024). Google Earth: imagens de satélite de alta resolução utilizadas na análise da cobertura vegetal do município de Pé de Serra – BA. 2024. <https://earth.google.com>.
- Google. (2024). Google Maps: mosaicos cartográficos e imagens aéreas aplicadas na atividade escolar. <https://www.google.com/maps>.

- INPE. (2024). Catálogo de Imagens Landsat e CBERS – Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>.
- INSA. (2023). Mapa de Áreas Suscetíveis à Desertificação no Nordeste do Brasil. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido (INSA). <https://www.insa.gov.br>.
- Jacobi, P. (2003). Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>.
- Kenski, V. M. (2012). Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. (8.ed). Editora Papirus.
- LAPIS. (2024). Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélite. Camadas de Precipitação Espacializada – Semiárido do Brasil. <https://lapis.lsd.ufrrj.br/precipitacao>.
- LAPIS – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélite. Mapa de Risco de Desertificação no Nordeste Brasileiro (2000–2050). 2023. Disponível em: <https://lapis.lsd.ufrrj.br>. Acesso em: 7 jan. 2025.
- LAPIS – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélite. Mapas de NDVI (2011 e 2016) do Semiárido Nordestino. 2024. Disponível em: <https://lapis.lsd.ufrrj.br/mapas>. Acesso em: 14 jan. 2025.
- LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999.
- Lima, J. F. S. & Santos, V. S. (2019). Percepção ambiental e engajamento juvenil: uma análise no semiárido piauiense. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*. 14(3), 118-35. <http://dx.doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.9452>.
- Malvezzi, R. (2007). Semiárido: Uma visão holística. Brasília: Confea (Pensar Brasil).
- MMA. (2004). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2004. <https://www.gov.br/mma>.
- Moran, J. M. (2018). Metodologias ativas e o Ensino Médio: desafios e possibilidades. *Revista e-Curriculum*. 16(4), 950-67. <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/38072>.
- Moreira, R. (2017). Geografia: ciência das práticas espaciais. (2.ed). Editora Contexto.
- Mota, P. N. & Cardoso, E. S. (2007). O ensino de geografia e a utilização de imagens de satélite. *Boletim Gaúcho de Geografia*. (33), 291-304.
- Moura, A. F., Oliveira, S. B. & Ribeiro, J. B. (2019). Geotecnologias e ensino de geografia: o sensoriamento remoto na formação do pensamento espacial. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 9(18), 55-74. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/711>.
- Nogueira, G. S. (2020). O sensoriamento remoto no Ensino Fundamental: uma proposta didática para a análise da paisagem. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 10(19), 45-60. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/833>.
- ONU. (1992). Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e Agenda 21. Rio de Janeiro: ONU. <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>.
- ONU. (2020). Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). Global Desertification Assessment for the Year 2020. Nairobi: UNEP. <https://www.unep.org>.
- ONU. (2022). United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Global Land Outlook: Latin America Regional Report. Bonn: UNCCD. <https://www.unccd.int>.
- ONU. (2016). United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Meta 15.3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Neutralidade da Degradação da Terra. Bonn: ONU, 2016. <https://www.unccd.int/actions/ldn-target-setting-programme>.
- Passini, E. (1994). O espaço geográfico: ensino e representação. Editora Contexto.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Reigota, M. (2004). Meio ambiente e representação social. (6.ed). Cortez Editora.
- Ribeiro, J. B. & Moura, A. F. (2022). O uso de geotecnologias na promoção da conscientização ambiental no semiárido. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 12(24), 88-105. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1205>.
- Santos, J. B. & Menezes, C. O. (2021). Geotecnologias e ensino de geografia: o sensoriamento remoto como ferramenta de educação ambiental. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*. 11(22), 1-20. <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1049>.
- Santos, V. M. N. (1998). O uso escolar das imagens de satélite: socialização da ciência e tecnologia espacial. In: Penteado, H. D. Pedagogia da Comunicação. Editora Cortez.
- Santos, V. M. N. (2002). O uso escolar das imagens de satélite: socialização da ciência e tecnologia espacial. *Revista Brasileira de Cartografia*. (54), 57-68.
- Sauvé, L. (2005). Educação ambiental: uma revisão crítica. *Revista de Educação Pública*. 14(26), 5-34. <http://dx.doi.org/10.1590/2237-43402005000000001>.

- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Silva, A. S. A. A. (2008). A prática pedagógica da Educação Ambiental: um estudo de caso sobre o colégio Militar de Brasília. 112 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília.
- Souza, C. M. & Barbosa, M. C. B. (2020). Participação popular e gestão ambiental no semiárido: o combate à desertificação. *Revista de Educação Ambiental*. 15(2), 95-110. <http://dx.doi.org/10.34024/rea.2020.v15.11681>.
- Souza, G. G. B. de et al. (2019). Percepção ambiental da desertificação: um estudo em comunidades rurais do semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 6, p. 2110-2125, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v12.6.p2110-2125>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- UNCCD. (1994). Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação. Brasília: MMA.
- Valente, J. A. (2019). O uso das tecnologias digitais na escola: um olhar para as mudanças. In: Moran, J. M. et al. Novas tecnologias e mediação pedagógica. (26.ed). Editora Papirus.
- WORLDCLIM. (2024). Camadas de precipitação e variáveis climáticas de alta resolução – versão 2.1. <https://www.worldclim.org>.