

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO INTERDISCIPLINAR
CAMPUS LITORAL NORTE
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

ENSINO E APRENDIZAGEM DE CLIMATOLOGIA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS
ATIVAS: PROPOSTA DIDÁTICA COM BASE NO GOOGLE EARTH ENGINE APPS

GABRIEL AMORETTI FRANCO

Tramandaí
2024.

GABRIEL AMORETTI AMORETTI

ENSINO E APRENDIZAGEM DE CLIMATOLOGIA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS
ATIVAS: PROPOSTA DIDÁTICA COM BASE NO GOOGLE EARTH ENGINE APPS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva

Tramandaí
2024.

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

Franco, Gabriel Amoretti
ENSINO E APRENDIZAGEM DE CLIMATOLOGIA ATRAVÉS DE
METODOLOGIAS ATIVAS: PROPOSTA DIDÁTICA COM BASE NO
GOOGLE EARTH ENGINE APPS / Gabriel Amoretti Franco. --
2024.
47 f.
Orientador: Dakir Larara da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus
Litoral Norte, Licenciatura em Geografia, Tramandaí,
BR-RS, 2024.

1. Climatologia. 2. Geotecnologia. 3. Ensino. 4.
GEE APPS. I. da Silva, Dakir Larara, orient. II.
Título.

GABRIEL AMORETTI AMORETTI

ENSINO E APRENDIZAGEM DE CLIMATOLOGIA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS
ATIVAS: PROPOSTA DIDÁTICA COM BASE NO GOOGLE EARTH ENGINE APPS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Licenciatura
em Geografia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul como requisito
parcial para a obtenção do título de
Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Dakir Larara
Machado da Silva

Data de aprovação:

Banca examinadora

Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva - orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Profa. Dra. Lucimar de Fátima dos Santos Vieira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Profa. Dra. Aline de Lima Rodrigues
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que foram parte fundamental do meu percurso acadêmico e contribuíram de maneira significativa para a realização deste trabalho.

Clicia, a pessoa mais valiosa que encontrei nesse percurso durante minha graduação que veio a se tornar a pessoa mais importante em minha vida, me acolheu nos momentos onde eu já havia desistido de tudo e me alegrou em cada segunda de sua companhia, se tudo der certo é a pessoa que quero ter ao meu lado por toda minha vida.

Mateus, meu melhor amigo, sua amizade e suporte foram essenciais para minha trajetória. Sua presença constante trouxe luz nos momentos desafiadores, e sua motivação foi um estímulo crucial para eu me manter em pé nos momentos onde não conseguia mais sozinho.

Carla e Danilo, meus pais, agradeço por serem minha base sólida, por todo o amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial.

Sonia e Carlos, meus avós queridos que me auxiliaram em todo período de pandemia.

Judite e Café, meus amores que ficaram ao meu lado literalmente na produção desse trabalho

Leonardo, Luis, Juliano e Daniel, meus amigos, agradeço pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Ademar e Maria, meus sogros, agradeço por todo o carinho e apoio, por serem uma extensão da minha própria família.

Dakir, meu orientador, sempre solícito e com uma presença contagiante.

Eliseu e Guilherme, meus professores, agradeço por compartilharem sabedoria e inspirarem meu crescimento acadêmico.

Sinthia, Ney, Lucimar e Aline, meus professores que desempenharam um papel fundamental na minha formação, obrigado por sua dedicação e ensinamentos valiosos.

Max, o segurança da faculdade, sua presença sempre me passou tranquilidade além de sempre ser um ouvinte interessado e sempre entregar ótimas conversas

Hector, Guimes e demais colegas, agradeço pela troca de experiências, aprendizado mútuo e pela camaradagem ao longo dessa jornada.

Não, eu não aceito essa indisciplina
Acho que você não me entendeu
Meus meninos são o que você teceu
Ei, resistência ao mundo que Deus deu
Eu não quero viver assim,
mastigar desilusão
Este abismo social requer atenção
Foco, força e fé, já falou meu irmão
Meninos mimados não podem reger a
nação
Menino mimado - Criolo (2017)

RESUMO

Esse trabalho apresenta uma proposta para o contexto educacional. Diante da necessidade de dinamização do ensino de Climatologia, foi desenvolvida uma plataforma educacional fundamentada na tecnologia do Google Earth Engine Apps. A integração de geotecnologias no processo educacional é destacada como uma oportunidade promissora para modernizar e enriquecer as práticas pedagógicas, especialmente no campo da Geografia. O objetivo geral do estudo é tornar o ensino e a aprendizagem de Climatologia mais dinâmico e interativo a partir de plataformas digitais. A plataforma desenvolvida visa aprimorar o processo de ensino-aprendizagem de alunos e professores de Geografia do ensino fundamental, disponibilizando ferramentas interativas e práticas que viabilizem o ensino dos conceitos climatológicos de maneira mais dinâmica e acessível. Além disso, a proposta inclui a construção de um projeto de ensino que exemplifica o uso efetivo da ferramenta, proporcionando um guia prático para os professores, detalhando estratégias e abordagens de ensino que integrem a tecnologia à dinâmica das aulas de Climatologia. Este trabalho representa uma contribuição significativa para a integração de geotecnologias no ensino de Climatologia, oferecendo uma abordagem atualizada e dinâmica que não apenas moderniza as práticas pedagógicas, mas também estimula um aprendizado mais envolvente e crítico.

Palavras-Chaves: Climatologia; Geotecnologia; Ensino; GEE APPS.

ABSTRACT

This work presents a proposal for the educational context. Given the need to update and streamline Climatology teaching, an educational platform was developed based on Google Earth Engine Apps technology. The integration of geotechnologies in the educational process is highlighted as a promising opportunity to modernize and enrich pedagogical practices, especially in the field of Geography. The main objective of the study is to follow a path towards developing an application aimed at teaching Climatology. The developed platform aims to improve the teaching-learning process of elementary school Geography students and teachers, providing interactive and practical tools that enable the teaching of climatological concepts in a more dynamic and accessible way. Furthermore, the proposal includes the construction of a teaching project that exemplifies the effective use of the tool, providing a practical guide for teachers, detailing teaching strategies and approaches that integrate technology into the dynamics of Climatology classes. This work represents a significant contribution to the integration of geotechnologies in Climatology teaching, offering an updated and dynamic approach that not only modernizes pedagogical practices, but also stimulates more engaging and critical learning.

Keywords: Climatology; Geotechnology; Teaching; GEE APPS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Possibilidades de Metodologias Ativas no Ensino	25
Figura 2 - Código Geometria Desenhada.....	29
Figura 3 - Código máscara de nuvens.....	30
Figura 4 - Código da função 'getYears'	31
Figura 5 - Código de captura de emissividade.....	32
Figura 6 - Código de captura de temperatura superficial	32
Figura 7 - Código de "clip" e de valores mínimos e máximos de temperatura.....	33
Figura 8 - Código de legenda dinâmica	34
Figura 9 - Código de visualização do resultado.....	35
Figura 10 - Layout da plataforma.....	37
Figura 11 - Texto de instruções ao usuário	38
Figura 12 - Menu de seleção de anos	39
Figura 13 - Menu de seleção de mapa base	39
Figura 14 - Função Zoom e Tela Cheia.....	40
Figura 15 - Menus de controle de polígonos e de geometrias.....	40
Figura 16 - Menu de Gerenciamento de Layers	41
Figura 17 - Mapa Exemplo de uma interação do usuário com a plataforma	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Habilidades da BNCC relacionadas a climatologia.....	16
Quadro 2 - Ferramentas Ensino Climatologia.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEE – Google Earth Engine

GEE APPS – Google Earth Engine Aplicações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

Sumário

1	Introdução	13
2	Referencial Teórico	15
2.1	Ensino de climatologia.....	15
2.2	Geotecnologias no Ensino de Climatologia.....	19
2.3	Metodologias ativas no ensino de geografia.....	22
3	Procedimentos Operacionais e Metodológicos	26
3.1	Metodologia de elaboração do código	29
3.2	Metodologia para Desenvolvimento de Projeto de Ensino sobre Mudanças Térmicas	35
4	Resultados	37
4.1	Funcionalidades da plataforma GeoCelsius	37
4.2	Projeto de Ensino	42
5	Considerações Finais.....	45
6	Referências Bibliográficas.....	46

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o ensino de climatologia tem enfrentado o desafio de se adequar às exigências de um mundo em constante evolução, onde a tecnologia desempenha um papel central na vida cotidiana. Nesse contexto, a integração de geotecnologias no processo educacional torna-se não apenas uma necessidade, mas uma oportunidade promissora para modernizar e enriquecer as práticas pedagógicas, especialmente no campo da geografia.

O presente trabalho surge da necessidade de proporcionar uma abordagem mais dinâmica, atrativa e alinhada às demandas contemporâneas no ensino de climatologia. A escolha do tema "Ensino de Climatologia com Utilização de Geotecnologias", associada ao desenvolvimento de um aplicativo baseado na plataforma Google Earth Engine, reflete a intenção de atualizar e aprimorar a compreensão dos conceitos climatológicos. Tendo isso em vista, a questão norteadora deste trabalho é "Como tornar o ensino e a aprendizagem de Climatologia mais dinâmico e interativo a partir de plataformas digitais?"

A justificativa para este trabalho está fundamentada em alguns pilares. Em primeiro lugar, a relação intrínseca entre tecnologia e educação, que no contexto atual, é fundamental. A partir do interesse em integrar a tecnologia ao ensino de climatologia, a proposta de um aplicativo específico para tratar dessas questões, também visa promover um melhor alcance as necessidades educacionais contemporâneas, promovendo um processo ensino-aprendizagem mais significativo e instigador.

Além disso, a utilização de geotecnologias, como o Google Earth Engine, não só promete tornar as aulas mais interativas e atrativas, mas também visa estimular o engajamento dos alunos pelos conceitos climatológicos. Essa abordagem não apenas desperta a curiosidade, mas também oferece uma oportunidade para os professores se atualizarem e se capacitarem na incorporação efetiva da tecnologia em suas práticas pedagógicas.

O impacto positivo desse trabalho não se limita ao ambiente escolar, mas também contribui para a pesquisa acadêmica na área de educação geográfica, possibilitando uma análise detalhada do aplicativo e das propostas didáticas, gerando conhecimentos valiosos sobre a integração de geotecnologias no ensino de climatologia.

Diante desses aspectos, o propósito deste trabalho de conclusão de curso é atender à demanda por inovação no ensino de climatologia, oferecendo uma abordagem atualizada e dinâmica que não apenas modernize as práticas pedagógicas, mas também estimule um aprendizado mais envolvente, e que estimule os estudantes a desenvolverem criticidade e questionamentos.

O objetivo geral deste estudo é tornar o ensino e a aprendizagem de Climatologia mais dinâmico e interativo a partir de plataformas digitais, direcionado ao ensino de climatologia. Este aplicativo é concebido com a finalidade de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e professores de geografia do ensino fundamental, disponibilizando ferramentas interativas e práticas que viabilizem o ensino dos conceitos climatológicos de maneira mais dinâmica e acessível.

Os objetivos específicos desse trabalho se desdobram em duas etapas fundamentais. Primeiramente, desenvolver do aplicativo educacional, planejado e executado na plataforma Google Earth Engine, assume um papel central na pesquisa. Esse aplicativo foi desenvolvido para atender às necessidades específicas do ensino de climatologia, oferecendo não apenas informações precisas, mas também uma interface intuitiva que torna a compreensão dos fenômenos climáticos mais tangível e aplicável.

Paralelamente, construir uma proposta de projeto de ensino como uma iniciativa de exemplificar o uso da plataforma. Essa proposta visa proporcionar um guia prático para os professores, detalhando estratégias e abordagens de ensino que integrem de maneira prática a tecnologia à dinâmica das aulas de climatologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo foram desenvolvidos três subtítulos distintos tratando de temas pertinentes para o trabalho através de referencial bibliográfico.

Em 2.1 Ensino de climatologia é abordado a relevância do ensino da climatologia na formação de alunos críticos, destacando o papel fundamental da educação geográfica no processo de ensino-aprendizagem.

No subtítulo 2.2 Geotecnologias no ensino de climatologia é discutido a integração das geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensores remotos, no contexto do ensino da climatologia, e como essas ferramentas potencializam a aprendizagem, destacando a importância dessas tecnologias na visualização de dados climáticos, análise espacial, e acesso a informações em tempo real.

No terceiro subtítulo, 2.3 Metodologias ativas no ensino de geografia, foi explorado a aplicação de metodologias ativas no ensino de geografia, com ênfase especial na Metodologia Ativa como um processo interativo para o desenvolvimento do conhecimento e solução de problemas. Destacando a relevância do Estudo de Caso como uma metodologia ativa, ressaltando vantagens como a integração do conhecimento e a promoção da análise crítica.

2.1 Ensino de climatologia

O estudo do clima dentro da educação é imprescindível para a formação de um aluno crítico que consiga compreender seu funcionamento, especialmente na atualidade, tendo em vista as alterações climáticas locais e globais. Essas mudanças climáticas alteram e vão alterar ainda mais o futuro destes estudantes, portanto, compreender essas dinâmicas constroem cidadãos mais conscientes da sua própria realidade. O estudo de clima analisa e pode ser útil para o exercício da cidadania além de abranger diversas áreas de estudo, como por exemplo, o planejamento urbano, ecossistemas, saúde e agricultura, sendo assim o clima é uma variável de grande valor dentro da sociedade.

No ensino desses temas é importante ressaltar a climatologia com viés geográfico, focando nas dinâmicas climáticas e suas interações com o espaço geográfico (TORRES, 2020). O ensino de climatologia promove a consciência sobre

a vital importância da conservação ambiental, contribuindo assim para moldar cidadãos comprometidos com a responsabilidade ambiental individual e do sistema de produção capitalista. (FIALHO, 2013).

O estudo da climatologia possui um enorme potencial para desenvolver habilidades fundamentais nos estudantes em diferentes estágios de aprendizado. Desde o primeiro ano, ao explorar os ritmos naturais e características do ambiente local, como chuva, vento e variações de temperatura (EF01GE05, EF01GE10, EF01GE11), até o segundo ano, quando se incentivam análises de mudanças e permanências em um mesmo lugar ao longo do tempo (EF02GE05), a climatologia permite aos alunos compreenderem as transformações do ambiente ao seu redor.

No quinto e sexto ano, a geografia como componente curricular oferece oportunidades para explorar e analisar mudanças de paisagens urbanas (EF05GE08), bem como as consequências das práticas humanas na dinâmica climática, auxiliando na compreensão das vantagens e desvantagens dessas ações (EF06GE13). Através desses diferentes níveis de ensino, o ensino de climatologia inserido na geografia escolar oferece uma base sólida para desenvolver habilidades de observação, análise crítica e comparação, fundamentais para entender a interação entre o ser humano e o meio ambiente (BRASIL, 2018). Essas habilidades foram organizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Habilidades da BNCC relacionadas a climatologia

Ano Escolar	Habilidades	Códigos de Referência
1º ano	Observação de ritmos naturais	EF01GE05
1º ano	Descrição das características do ambiente local	EF01GE10
1º ano	Associação de mudanças de vestuário e hábitos ao clima	EF01GE11
2º ano	Análise de mudanças e permanências em um local	EF02GE05
5º ano	Análise de transformações de paisagens urbanas	EF05GE08
6º ano	Avaliação das consequências das práticas humanas	EF06GE13

Fonte: BRASIL (2018)

Considerando a realidade escolar no contexto brasileiro, principalmente tendo em vista a educação básica em escolas públicas, é essencial examinar as possibilidades de ensino da climatologia geográfica utilizando recursos digitais, tendo em vista que no cotidiano escolar, é comum a dificuldade de acesso a recursos didáticos mais avançados em tecnologia.

O uso de computadores e softwares, oferece uma oportunidade valiosa para tornar o ensino da climatologia geográfica, mais dinâmico e interativo. No entanto, caso o uso de computadores não seja viável, é fundamental incorporar materiais didáticos e recursos visuais já disponíveis nas escolas, como mapas, jogos e imagens de satélite. Essas estratégias são essenciais para adaptar o ensino da climatologia geográfica à realidade específica das escolas públicas, assegurando um aprendizado mais eficaz e relevante para os alunos (FORTUNA 2012).

É usual que os educadores utilizem o livro didático para trabalhar com os conteúdos geográficos. No que corresponde ao livro didático como método de ensino-aprendizagem em especial no que diz respeito a climatologia, destaca-se que a abordagem da Climatologia nos livros didáticos de Geografia tem sido alvo de críticas devido à sua natureza resumida, que resulta em erros conceituais, superficialidade no conteúdo e na falta de conexão entre os temas apresentados.

Essas deficiências têm despertado preocupação na comunidade científica, pois comprometem a qualidade do ensino e da compreensão dos alunos sobre os fenômenos climáticos. A necessidade de uma revisão e aprimoramento desses materiais é evidente para garantir uma aprendizagem mais sólida e precisa sobre a Climatologia, possibilitando uma formação mais completa e precisa para os estudantes (TORRES, 2020).

O papel do professor dentro do ensino de climatologia é oferecer informações precisas sobre as causas e consequências das mudanças climáticas, mantendo-se atualizados com as últimas pesquisas e políticas governamentais. Eles não apenas transmitem conhecimento, mas também incentivam ativamente a participação dos alunos, buscando romper com o modelo tradicional de ensino baseado na memorização.

O professor deve facilitar o aprendizado, encorajando a compreensão ativa em vez da simples reprodução de informações. Ao mediar a construção do aprendizado, enfrentam imprecisões conceituais que podem prejudicar a compreensão dos fenômenos climáticos, superando lacunas entre conhecimento climatológico e

geográfico (SILVA, 2018). Porém, esbarram em desafios como a restrição na estrutura curricular e carga horária limitada, o que dificulta a atribuição adequada de uma perspectiva geográfica à climatologia e a implementação de estratégias abrangentes para ensinar conteúdos complexos dentro do tempo disponível. (FIALHO, 2013; SILVA, 2018; FORTUNA, 2012). Sendo assim, é papel do educador orientar o aluno a ser ativo do seu próprio processo de aprendizagem e atuante nas atividades propostas pela comunidade escolar, mas isso só é possível com um movimento coletivo e empenhado que apoie tanto os professores, quanto a gestão e corpo docente. (FIALHO, 2013),

É complexo avançar nesse processo de maneira coletiva se a educação ainda estiver presa na disciplinaridade em seu currículo. De acordo com Fialho (2013) a compreensão e previsão do clima são tarefas complexas que demandam uma abordagem multidisciplinar um dos recursos que o professor pode aplicar didaticamente são as ferramentas e tecnologias utilizadas nesta análise desempenham papéis cruciais no aspecto didático, permitindo uma explanação mais acessível e compreensível sobre os fenômenos meteorológicos.

Estações meteorológicas, satélites, radares, modelos computacionais, sistemas de informação geográfica e instrumentos de medição remota, quando apresentados de maneira didática, facilitam a compreensão dos padrões climáticos. A visualização e interpretação dessas informações possibilitam uma aprendizagem mais tangível, contribuindo para a formação de uma compreensão sobre o funcionamento da atmosfera e os elementos que influenciam as condições climáticas. Dessa forma, essas ferramentas não apenas fornecem dados valiosos, mas também se tornam instrumentos educacionais eficazes para aqueles que buscam entender os intrincados processos meteorológicos (FIALHO, 2013). No Quadro 2, temos uma relação dessas ferramentas e tecnologias.

Quadro 2 - Ferramentas Ensino Climatologia

Ferramentas/Tecnologias	Descrição
Estações meteorológicas	Equipamentos que coletam dados como temperatura, umidade, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, entre outros.

Satélites meteorológicos	Permitem a observação da Terra a partir do espaço, fornecendo imagens e dados sobre nuvens, padrões climáticos e fenômenos atmosféricos.
Radares meteorológicos	Utilizados para detectar a precipitação, identificar tempestades e monitorar a movimentação de sistemas meteorológicos.
Modelos computacionais	Permitem simular o comportamento da atmosfera e prever o clima e o tempo com base em dados coletados.
Sistemas de informação geográfica (SIG)	Permitem a análise espacial de dados climáticos, auxiliando na compreensão de padrões e tendências.
Instrumentos de medição remota	Incluem lidar, radiômetros e outros dispositivos que coletam dados sobre a atmosfera a partir de plataformas terrestres, aéreas ou espaciais.

Fonte: Adaptado de (FIALHO, 2013)

A abordagem interdisciplinar, enfatizada por diversos estudiosos, como Fialho (2013) e Silva (2018), ressalta a importância de uma visão integrada da climatologia, que se conecta às experiências pessoais dos estudantes e oferece uma compreensão mais completa do ambiente que os cerca. Para tornar o estudo da climatologia mais atrativo aos alunos, educadores têm à disposição uma gama de estratégias que estimulam a participação ativa, a compreensão prática e a conexão com o cotidiano dos estudantes. Entre elas, destacam-se o uso de geotecnologias, atividades práticas como observações de campo e experimentos, integração de saberes locais e estudo de casos reais de eventos climáticos.

A promoção de discussões sobre questões climáticas atuais e a interdisciplinaridade também são fundamentais, permitindo a integração da climatologia a outras disciplinas e incentivando uma compreensão mais ampla e conectada dos fenômenos climáticos. Essas estratégias não só dinamizam o ensino da climatologia, tornando-o mais relevante e envolvente, como também promovem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos climatológicos, conectando-se à realidade dos alunos e oferecendo uma visão holística do mundo em que vivem.

2.2 Geotecnologias no Ensino de Climatologia

As geotecnologias desempenham um papel crucial na melhoria do ensino de climatologia, oferecendo novas perspectivas para a aprendizagem e compreensão dos fenômenos climáticos. Diversas aplicações dessas tecnologias se destacam nesse contexto. Em primeiro lugar, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e softwares de mapeamento possibilitam a visualização de dados climáticos em mapas interativos, facilitando a identificação de padrões espaciais e temporais. Além disso, as geotecnologias permitem a análise espacial, permitindo aos alunos correlacionar variáveis climáticas com fatores geográficos como relevo, vegetação e uso da terra.

O sensoriamento remoto, utilizando imagens de satélite e outras tecnologias, permite a observação e análise de fenômenos climáticos em escala global, proporcionando uma perspectiva integrada do sistema climático. Além disso, as geotecnologias possibilitam o acesso a dados climáticos em tempo real, permitindo que os alunos acompanhem e analisem eventos climáticos atuais. Ao integrar essas ferramentas ao ensino de climatologia, os educadores criam uma abordagem prática, interativa e contextualizada, estimulando o pensamento crítico e a compreensão aprofundada dos processos climáticos (FIALHO, 2013).

No contexto do uso das Geotecnologias no ensino de Geografia, o trabalho do pesquisador de Oliveira (2021) abordou tanto as dificuldades enfrentadas pelos professores quanto os benefícios observados na integração dessas tecnologias nas aulas. Segundo o autor, as principais dificuldades enfrentadas pelos educadores incluíram a negação por parte de alguns devido à falta de domínio com a informática, a insegurança em sair da "zona de conforto" e adentrar o desconhecido das Geotecnologias, e o sucateamento do laboratório de informática, onde a indisponibilidade ou mal funcionamento de computadores impactava negativamente as aulas, levando a situações em que mais de um aluno precisava compartilhar o mesmo equipamento.

A pesquisa revelou uma divergência de opiniões entre os professores participantes, indicando uma possível falta de consenso sobre a presença desses conteúdos nos materiais didáticos. Notavelmente, 65% dos professores alegaram não encontrar informações sobre Geotecnologias nos livros didáticos, enquanto 35% afirmaram o contrário, indicando que tais conteúdos estavam presentes. Além disso, o estudo destaca que alguns professores podem ter confundido o termo "Geotecnologias" com o mais genérico "tecnologias", influenciando assim suas respostas. Essa confusão conceitual pode indicar a necessidade de uma maior

clareza e precisão na abordagem dos termos utilizados nos livros didáticos, a fim de garantir uma compreensão mais precisa e uniforme por parte dos educadores.

Por outro lado, o estudo também evidenciou benefícios significativos na utilização das Geotecnologias no ensino de Geografia. Observou-se uma demanda por aulas mais dinâmicas e interativas, indicando uma crescente necessidade por práticas inovadoras no ensino da disciplina. A pesquisa contribuiu para a descoberta de novos conhecimentos tanto por parte dos alunos quanto dos professores e pesquisadores, proporcionando um ambiente educacional mais rico e estimulante. Esses benefícios sugerem que a incorporação das Geotecnologias pode ser uma estratégia eficaz para promover o engajamento dos alunos e enriquecer as práticas didáticas no contexto do ensino de Geografia.

A abordagem proposta por Araujo (2023) destaca a importância de preencher lacunas nos materiais didáticos de Climatologia, integrando as geotecnologias ao ensino de Geografia. Essa integração não apenas atualiza o conteúdo, mas também promove um aprendizado mais dinâmico e prático, conectando os conceitos geográficos à realidade dos alunos. Ao fazê-lo, fortalece-se o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a interpretação de dados espaciais, a análise de fenômenos geográficos e a compreensão das relações entre sociedade e ambiente.

Além disso, ao preencher as lacunas nos materiais didáticos e integrar as geotecnologias, os educadores contribuem para a construção de uma educação geográfica mais alinhada com as demandas da sociedade contemporânea. Essa abordagem contextualizada e atualizada não apenas mantém os estudantes engajados, mas também prepara uma nova geração de cidadãos com conhecimentos e habilidades relevantes para enfrentar os desafios do século XXI (ARAUJO, 2023)

As estratégias propostas por de Oliveira (2021) para aprimorar a formação docente na utilização das Geotecnologias nas aulas de Geografia são fundamentais para preparar os educadores para o cenário educacional contemporâneo. A capacitação específica, por meio da formação continuada, desempenha um papel crucial ao fornecer aos professores as habilidades teóricas e práticas necessárias para integrar efetivamente as Geotecnologias em seu ensino.

A atualização constante é um componente essencial, incentivando os professores a se manterem informados sobre as últimas ferramentas e tendências tecnológicas. Isso contribui para que possam incorporar novas abordagens e recursos

em suas práticas pedagógicas, mantendo-se alinhados com as mudanças dinâmicas no campo das Geotecnologias.

Os estudos de Basotti (2014) enfatizam a necessidade de atualização nas metodologias de ensino da Geografia, reconhecendo as geotecnologias, como a cartografia e o sensoriamento remoto, como ferramentas essenciais para uma compreensão abrangente das relações entre elementos naturais e socioeconômicos na paisagem. O material didático analisado pelo autor revela uma predominância no uso da cartografia, enquanto o sensoriamento remoto ainda é subutilizado. Embora a cartografia seja indispensável, a crescente relevância do sensoriamento remoto demanda uma integração mais efetiva dessas ferramentas no ensino de Geografia. A modernização dos métodos de ensino, incorporando geotecnologias, não apenas possibilita uma educação mais dinâmica, mas também contribui para a formação de alunos críticos.

A utilização de geotecnologias, como imagens de satélite e mapas, para ensinar sobre Ilhas de Calor é uma abordagem bastante eficaz e inovadora. Essa metodologia permite uma compreensão mais visual e prática do fenômeno, facilitando o processo de aprendizagem dos alunos. Além disso, o uso de software especializado possibilita uma análise mais detalhada e a comparação entre diferentes áreas. Ao visualizar as imagens de satélite, os estudantes podem observar diretamente a distribuição térmica em uma determinada região, identificando as áreas urbanas que apresentam temperaturas mais elevadas.

A capacidade de comparar diferentes regiões, sejam urbanas ou rurais, auxilia na análise das variações de temperatura e na identificação dos fatores que contribuem para a formação das Ilhas de Calor. Essa abordagem não apenas ensina sobre o fenômeno em si, mas também destaca a relação entre as atividades humanas, como a urbanização e o uso de superfícies impermeáveis, e as mudanças climáticas locais (ARAUJO, 2023).

2.3 Metodologias ativas no ensino de geografia.

Para refletir sobre uma nova forma de ensinar climatologia é necessário questionar o modelo de educação tradicional, ainda muito utilizado, que visa apenas acumular conteúdos de modo mecânico. Uma das maneiras de romper esse processo é desenvolvendo no processo de ensino-aprendizagem facilitadores, como por

exemplo, as ferramentas tecnológicas, a tentativa de estimular que o aluno forme questões, atitudes e tenha vontade de compreender a sua própria realidade para então avançar para o contexto global.

Compreende-se que a geografia como componente curricular pode promover mudanças significativas no modo de aprender, principalmente quando associado a uma tendência pedagógica renovadora. Discutindo principalmente o conteúdo de climatologia geográfica, foco deste estudo, destaca-se que as metodologias ativas de aprendizagem é um dos métodos que podem potencializar a educação geográfica, especialmente quando associadas a plataformas como o Google Earth.

De acordo com Bastos (2006) apud Berbel (2011), a Metodologia Ativa é compreendida como “processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema.”. Partindo do ponto de vista da autora, essa metodologia de ensino se baseia em experiências, propondo problemas e atividades importantes para o cotidiano, dos quais os estudantes possam desenvolver soluções e raciocínio próprio sobre diferentes situações. Sendo assim, para a geografia, trata-se de um método que permite a construção de uma aprendizagem mais focada no contexto da realidade em que o estudante está inserido, aproximando-o do conteúdo ensinado.

Em contribuição para esse debate, cabe ressaltar que John Dewey (1938) apud (Santos 2022) também se fundamentava na ideia de que a educação precisa se relacionar com a vida do estudante para que fosse possível construir um processo de ensino-aprendizagem que partisse da experiência, sendo essa uma perspectiva mais relevante no movimento educacional.

Para incentivar os estudantes para que sejam protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem, trabalhando a autonomia. De acordo com Freire (2004), a autonomia é algo que se constrói através da experiência. Os sujeitos são responsáveis por seus próprios processos de alcançar a autonomia. Para isso, Santos (2022) coloca que é necessário problematizar a realidade quando a relacionamos com a teoria. Dessa forma é possível aproximar a observação e a vida real.

A partir da experiência do sujeito, a educação centrada na autonomia subsidia o desenvolvimento de criticidade, consciência, apresenta as diferentes formas possíveis de ver a realidade. A prática da educação que busca autonomia envolve consciência, incentivo ao pensamento crítico e reflexão-ação. A educação não pode

ser pautada nas respostas, não existe um modelo pronto, justamente porque é o próprio educando que precisa ter papel ativo sobre seu processo educacional, é necessário que as perguntas que guiam a educação sejam elaboradas pelos próprios alunos com orientação do educador.

Em diálogo com esse tema, cabe trazer a ideia da Abordagem Experiencial, conforme Kolb (1984) apud Santos (2022) que destaca a importância do envolvimento direto na construção do conhecimento. Para o autor, a aprendizagem é melhor desenvolvida quando os estudantes relacionam a teoria com suas próprias vivências. O Ensino que envolve rigorosidade metódica e pesquisa significa que o conhecimento precisa ter rigor, é necessário organização no modo de fazer as coisas, no modo de construir a metodologia de compartilhamento do conhecimento, e essa organização precisa estar pautada na promoção da criticidade, da reflexão, é preciso que o conhecimento esteja organizado de forma que quando for ensinado estimule o educando a questionar, incentive curiosidade.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” Freire (2002) ou seja, é preciso compreender que o conhecimento não tem fim, é algo que envolve constante aprendizado, constante pesquisa, é necessário se entender como um ser incompleto que sempre deve pesquisar já que o conhecimento é algo inacabado, e eu só posso comunicar, ensinar, se entendo que preciso melhorar o tempo todo como educador, se entendo que existem inúmeras novidades a serem descobertas.

As metodologias ativas oferecem diversas vantagens em relação aos métodos tradicionais de ensino, tais como maior interesse dos estudantes, desenvolvimento de habilidades, maior adaptação dos processos de aprendizagem de acordo com a necessidade de cada sujeito, desenvolvimento de senso crítico, autonomia, e inclusão devido à colaboração entre estudantes. Além disso, essas estratégias pedagógicas promovem o engajamento dos alunos, incentivando sua participação ativa no processo de aprendizagem. Ao envolver os estudantes em atividades práticas, as metodologias ativas facilitam a compreensão do conteúdo, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

As metodologias ativas podem ser adaptadas para atender à diversidade de perfis e necessidades dos alunos, promovendo a inclusão e a equidade na sala de aula. Essas vantagens evidenciam como as metodologias ativas contribuem significativamente para uma experiência de aprendizagem mais eficaz e envolvente em comparação aos métodos tradicionais de ensino (SANTOS, 2022).

Figura 1 - Possibilidades de Metodologias Ativas no Ensino



Fonte: Site Foco Escola (2023)

Dentro das metodologias ativas, o Estudo de Caso figura como uma das principais abordagens de ensino, envolvendo os alunos em uma pesquisa aprofundada sobre um objeto específico, determinado por eles mesmos ou pelo professor. Como qualquer metodologia educacional, o estudo de caso apresenta vantagens e desvantagens. Entre as vantagens Temos Integração do conhecimento, o fomento à análise crítica, o aperfeiçoamento das capacidades de pesquisa e o estímulo à colaboração em equipe (HERREID, 2007; SWANBORN, 2010 APUD LAMATTINA, 2023).

O estudo de casos reais desafia os alunos a analisar, refletir e aplicar conhecimentos, tornando a aprendizagem mais relevante. No entanto, suas limitações residem na dependência de informações completas e confiáveis que nem sempre são garantidas. Apesar disso, o método é valioso para gerar interesse do aluno ao mundo acadêmico e profissional (FLYVBJERG, 2006; YIN, 2018 APUD LAMATTINA, 2023; HERREID E SCHILLER, 2013 APUD LAMATTINA, 2023). O estudo de caso na geografia, pode ser empregado por aulas de campo oferecendo benefícios como aprendizagem experiencial, integração entre teoria e prática, desenvolvimento do raciocínio crítico, além da contextualização do conhecimento geográfico. (PINHEIRO SILVEIRA, 2014). Para além do trabalho de campo, o estudo de caso também pode ser viável, e uma ferramenta importante através das geotecnologias.

3 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E METODOLÓGICOS

Tendo em vista a base nacional comum curricular somada a necessidade de integração das geotecnologias no ensino-aprendizagem da geografia, essa pesquisa inicia-se com o trabalho de construção de um referencial bibliográfico, que abordou temas pertinentes ao desafio de trabalhar com o conteúdo de climatologia no contexto educacional brasileiro, principalmente através das geotecnologias. Diante do exposto, o referencial bibliográfico se debruça em três grandes tópicos, sendo estes: 1) Ensino de climatologia; 2) Geotecnologias no ensino de climatologia; 3) Metodologias ativas no ensino de geografia. Esses tópicos foram escolhidos afim de buscar os conhecimentos necessários para embasar o desenvolvimento e aplicabilidades da plataforma GeoCelsius, desenvolvida em prol deste trabalho. Os autores Barbosa e Oliveira (2012) e Silva (2013) demonstram a aplicabilidade de plataformas digitais no ensino de geografia, e fundamentam os principais pilares da plataforma GeoCelsius, e da pesquisa em si. Tendo como principal base, a possibilidade da plataforma trabalhar as relações climatológicas e geográficas à nível local, de forma que seja possível popularizar o acesso a estes conteúdos tanto para educadores quanto para estudantes do ensino fundamental. Visto a necessidade de exemplificar uma aplicação prática deste estudo e desta plataforma, foi construído um projeto de ensino com base no referencial teórico aqui disposto, e nas noções das metodologias ativas como abordagem pedagógica. Em sequência apresentaremos os procedimentos operacionais do desenvolvimento da plataforma.

3.1 Princípios Físicos da plataforma

A escolha do Google Earth Engine Apps para desenvolver a plataforma GeoCelsius foi motivada por diversos benefícios. A ferramenta oferece uma interface intuitiva, adequada para usuários com diferentes níveis de experiência, permitindo a análise de ilhas de calor de forma interativa. Sua capacidade de manipular dados geoespaciais complexos, integrar funcionalidades de desenho de mapas e fornecer controle temporal contribui para uma abordagem personalizada e adaptável. Além disso, a plataforma oferece recursos avançados de visualização, facilitando a interpretação e comunicação dos resultados. A acessibilidade e a facilidade de compartilhamento também foram consideradas, permitindo que a GeoCelsius alcance

um público mais amplo. Em resumo, o Google Earth Engine Apps atendeu aos requisitos do projeto, proporcionando uma experiência eficiente e acessível para a análise termográfica das ilhas de calor.

Estimar a emissividade da superfície terrestre é essencial para compreender a capacidade de emissão de energia por radiação do pixel, e essa estimativa foi calculada para cada data analisada no trabalho. Para estimar a emissividade da superfície terrestre via sensoriamento remoto, foi necessário primeiro processar o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), calculado a partir da Equação 1, utilizando as bandas do infravermelho próximo e do vermelho. O NDVI é o dado de entrada para o cálculo da proporção de vegetação, representado pela Equação 2, que considera os valores mínimos e máximos do NDVI. A partir dos dados de proporção de vegetação, podemos calcular a emissividade da superfície terrestre, conforme representado na Equação 3.

Equação 1

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

Em que: NDVI = Normalised Difference Vegetation Index; NIR = infravermelho próximo; R = Banda do Vermelho.

Equação 2

$$\text{Pv} = \frac{\text{NDVI} - \text{NDVI min}}{\text{NDVI max} - \text{NDVI min}}$$

Em que: Pv = Proporção de vegetação; NDVI = Normalised Difference Vegetation Index; NDVI min = valor mínimo do NDVI; NDVI max = valor máximo do NDVI.

Equação 3

$$e = 0.004 * \text{Pv} + 0.986$$

Em que: e = emissividade da superfície terrestre; Pv = Proporção de vegetação.

Na sequência, foram realizados uma série de processamentos nas imagens resultantes da etapa anterior. Todos os procedimentos metodológicos desta etapa são adaptações do processo de obtenção de LST, conforme descrito por Jesus (2017). O próximo passo foi realizar os processamentos necessários nas bandas térmicas do sensor, a banda 10 do Landsat 8. Apesar de o sensor TIRS ter duas bandas térmicas, o USGS (United States Geological Survey) recomenda o uso da banda 10 devido à

sua maior estabilidade quando comparada à banda 11. Foram utilizadas imagens sem nuvens, que já foram corrigidas em TOA (Reflectância Topo-Atmosférica) e estão representadas em níveis de cinza (NC) ou números digitais (ND), conforme fornecidas pelas bibliotecas do Google Earth Engine.

As imagens em radiância espectral ($L\lambda$) no topo da atmosfera, obtidas diretamente da biblioteca do Google Earth Engine, foram convertidas para temperatura de brilho do satélite (T) de acordo com a Equação 4. Para isso, foram utilizados os coeficientes de conversão térmica encontrados nos metadados dos sensores. O último passo desta etapa de processamento é a estimativa da temperatura da superfície, que faz uso tanto da temperatura de brilho (T), resultante da Equação 4, quanto da emissividade da superfície terrestre calculada a partir do NDVI (e), conforme a Equação 3. Além disso, a estimativa utiliza uma série de constantes descritas na Equação 5. A partir desta fórmula, foram obtidos os dados de temperatura absoluta da superfície.

Equação 4

$$T = K2 / \ln(K1 / L\lambda + 1)$$

Em que: T = Temperatura de brilho do satélite em Kelvin (K); $L\lambda$ = Radiância espectral no topo da atmosfera; $K1$ = Conversão térmica específica da banda $K1$ $K2$ = Conversão térmica específica da banda $K2$.

Equação 4

$$LST = T / (1 + W * (T/p) * \ln(e))$$

Em que: T = Temperatura de brilho Kelvin (K); W = Comprimento de onda da radiação emitida ($11.5\mu\text{m}$); $p = h * C / S$ ($1.438 * 10^{-2} \text{mk}$); h = constante de Planck ($6.626 * 10^{-34} \text{Js}$); s = Constante de Boltzmann ($1.38 * 10^{-23} \text{J/K}$); C = Velocidade da luz ($2.998 * 10^8 \text{ m/s}$); $p = 14380$.

3.1 Metodologia de elaboração do código

Na metodologia implementada, a primeira etapa envolve a interação do usuário com a plataforma GeoCelsius por meio da ferramenta de desenho de mapas. Quando o usuário utiliza a função `onDraw()`, a plataforma captura a geometria desenhada, representada pela variável `'geometria'`. Em seguida, essa geometria é convertida em um objeto `ee.Geometry` através da função `ee.Geometry(geometria)`, permitindo sua integração e manipulação dentro do ambiente Earth Engine. A geometria desenhada é adicionada como uma nova camada ao mapa utilizando `Map.addLayer()`, possibilitando a visualização imediata da área delimitada pelo usuário. A variável `'geometry'` é então atribuída à geometria desenhada, preparando-a para análises termográficas posteriores. Esse trecho do código evidencia a interatividade da plataforma, permitindo aos usuários definir áreas específicas de interesse para análise de ilhas de calor.

Figura 2 - Código Geometria Desenhada

```
Map.drawingTools().onDraw(function(geometria) {  
  var geometriaDesenhada = ee.Geometry(geometria);  
  Map.addLayer(geometriaDesenhada, {}, 'Geometria Desenhada');  
  var geometry = geometriaDesenhada;  
});
```

Fonte: Elaboração do autor

A metodologia inclui uma função denominada `'cloudmask'`, cujo objetivo é realizar a máscara de nuvens e sombras em uma coleção de imagens. Para isso, são definidos dois conjuntos de máscaras binárias: `'cloudShadowBitMask'` e `'cloudsBitMask'`, representando os bits associados a sombras e nuvens, respectivamente. A função utiliza a banda `'pixel_qa'` da coleção de imagens para aplicar operações bit a bit, identificando pixels que indicam a presença de sombras ou nuvens.

A variável `'qa'` é utilizada para selecionar a banda `'pixel_qa'`, e a máscara é construída através da operação `bitwiseAND`, verificando a igualdade a zero para ambas as máscaras, indicando a ausência de nuvens e sombras. Em seguida, a coleção de imagens é atualizada com a máscara gerada, utilizando o método `updateMask()`, resultando em uma coleção sem a interferência de nuvens e sombras. Este trecho do código representa uma etapa essencial no pré-processamento das

imagens, garantindo que a análise térmica subsequente seja realizada em regiões desobstruídas por nuvens e sombras, contribuindo para a precisão dos resultados obtidos na plataforma GeoCelsius.

Figura 3 - Código máscara de nuvens

```
function cloudmask(col) {  
  var cloudShadowBitMask = (1 << 3) | (1 << 5) | (1 << 7) | (1 << 9) | (1 << 13);  
  var cloudsBitMask = (1 << 5) | (1 << 7) | (1 << 9) | (1 << 13);  
  
  var qa = col.select('pixel_qa');  
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudShadowBitMask).eq(0)  
  .and(qa.bitwiseAnd(cloudsBitMask).eq(0));  
  
  return col.updateMask(mask);  
}
```

Fonte: Elaboração do autor

Esta seção do código implementa uma interface de usuário (UI) na plataforma GeoCelsius para permitir que o usuário especifique os anos de início e fim desejados para a análise termográfica. São criados dois elementos de caixa de texto ('startYearSelector' e 'endYearSelector') para a entrada dos anos desejados e um botão ('button') para confirmar e acionar a função 'getYears'. Esses elementos são organizados em um painel ('panel') que é adicionado à interface principal.

Ao clicar no botão 'Confirmar', a função 'getYears' é chamada, recuperando os anos inseridos pelos usuários por meio das caixas de texto. Os anos são então convertidos para números inteiros utilizando a função `parseInt()`. Em seguida, é gerada uma coleção de imagens Landsat 8 filtrada para o intervalo de datas especificado pelos usuários e limitada à área de análise definida anteriormente.

Esse trecho do código destaca a interatividade proporcionada pela plataforma, permitindo aos usuários personalizarem a análise termográfica de acordo com seus requisitos temporais específicos, contribuindo para uma abordagem mais flexível e adaptável na exploração das ilhas de calor.

Figura 4 - Código da função 'getYears'

```
var startYearSelector = ui.Textbox('Ano de Início');
var endYearSelector = ui.Textbox('Ano Final');
var button = ui.Button('Confirmar', getYears);

var panel = ui.Panel([startYearSelector, endYearSelector, button]);
ui.root.add(panel);

function getYears() {
  var startYear = parseInt(startYearSelector.getValue(), 10);
  var endYear = parseInt(endYearSelector.getValue(), 10);
  print('Ano Final:', endYear);

  var col = ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C02/T1")
    .filterDate(startYear + '-01-01', endYear + '-12-31')
    .filterBounds(geometry)
    .median();
```

Fonte: Elaboração do autor

Este trecho do código é dedicado ao cálculo da emissividade (EMM), um parâmetro essencial na interpretação de dados térmicos. Inicialmente, é computado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) a partir das bandas espectrais 5 (B5) e 4 (B4) da coleção de imagens. Posteriormente, são identificados os valores máximos e mínimos do NDVI na região de interesse.

A normalização do NDVI resulta no Percentual de Vegetação (PV), que indica a proporção de vegetação na área analisada. Em seguida, utilizando os parâmetros 'a' e 'b', com valores de 0.004 e 0.986, respectivamente, a emissividade é calculada. O processo envolve a multiplicação do PV por 'a', a adição de 'b' e a elevação ao quadrado. Essa abordagem visa corrigir emissões atmosféricas e proporcionar uma estimativa mais precisa da temperatura da superfície. Portanto, este trecho do código realça a importância da consideração da emissividade ao realizar análises termográficas na plataforma GeoCelsius, contribuindo para resultados mais confiáveis e interpretáveis.

Figura 5 - Código de captação de emissividade

```

var ndvi = col.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('NDVI')

var max = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.max(),
  geometry: geometry,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e10
}).values().get(0))

var min = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.min(),
  geometry: geometry,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e10
}).values().get(0))

var pv = (ndvi.subtract(min).divide(max.subtract(min))).pow(ee.Number(2))

var a = ee.Number(0.004)
var b = ee.Number(0.986)

var EM = pv.multiply(a).add(b).rename('EMM')

```

Fonte: Elaboração do autor

Neste segmento do código, a variável 'LTS' representa a Land Surface Temperature (LTS), ou temperatura da superfície terrestre. A expressão térmica utilizada é uma fórmula complexa, que leva em consideração a radiância térmica medida pela banda 10 (B10) da coleção de imagens e a emissividade (EMM) previamente calculada.

A equação incorpora parâmetros específicos para a banda térmica, como a constante de Stefan-Boltzmann (1321.0789) e a constante emissividade da água (774.8853). A fórmula em si representa um modelo para converter a radiância térmica em temperatura da superfície terrestre, ajustando-a pela emissividade da área analisada.

O resultado final, a variável 'LTS', é a Land Surface Temperature em graus Celsius. Essa etapa é fundamental para a obtenção de dados térmicos precisos e interpretáveis na plataforma GeoCelsius, contribuindo para análises detalhadas das variações de temperatura na superfície terrestre.

Figura 6 - Código de captação de temperatura superficial

```

var LTS = termal.expression('((1321.0789/log(774.8853/(((0.0003342*T)+0.10000)+1)))
-273.15)/(1+0.00115*(((1321.0789/log(774.8853/(((0.0003342*T)+0.10000)+1)))
-273.15)/14380)*log(e))', {
  'T':termal.select('B10'),
  "e": EM.select('EMM')
}).rename('LTS');

```

Fonte: Elaboração do autor

Nessa parte do código, a variável 'imagemCortada' representa a Land Surface Temperature (LTS) já processada, limitada à área de interesse definida pela geometria. Essa etapa de recorte (clip) é crucial para concentrar a análise térmica nas regiões específicas definidas pelo usuário, proporcionando resultados mais precisos e relevantes.

Posteriormente, duas operações de redução de região são realizadas para identificar os valores mínimos e máximos da temperatura da superfície terrestre na área delimitada. A função 'reduceRegion' é aplicada à imagem cortada, utilizando um redutor estatístico específico, no caso, 'ee.Reducer.min()' para obter o valor mínimo e 'ee.Reducer.max()' para obter o valor máximo. A escala de 30 metros e a especificação de 'maxPixels' garantem uma análise detalhada e eficiente. Esses passos são fundamentais para fornecer métricas resumidas da temperatura da superfície terrestre na região de interesse, destacando a importância de extrair informações estatísticas relevantes para uma compreensão abrangente das condições térmicas na área definida pela geometria no contexto da plataforma GeoCelsius.

Figura 7 - Código de "clip" e obtenção de valores mínimos e máximos de temperatura

```
var imagemCortada = LTS.clip(geometry);

var minimo = imagemCortada.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.min(),
  geometry: geometry,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e10
});

var maximo = imagemCortada.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.max(),
  geometry: geometry,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e10
});
```

Fonte: Elaboração do autor

Neste trecho do código, os valores mínimo e máximo da Land Surface Temperature (LTS) na região de interesse são extraídos das operações de redução de região previamente realizadas. As variáveis 'valorMinimo' e 'valorMaximo' são obtidas através dos métodos 'getNumber', e esses valores são então impressos no console, fornecendo informações resumidas sobre a amplitude térmica na área analisada.

Além disso, a definição da paleta de cores ('paletaDeCores') é uma parte crucial para visualizar a LTS de forma mais interpretável e distinguível. A paleta é composta por gradientes de azul, verde e vermelho, cada cor representando diferentes faixas de temperatura na superfície terrestre.

Os parâmetros visuais ('visParams') são configurados com os valores mínimo e máximo obtidos, e a paleta de cores é definida para ser utilizada na representação gráfica. Este trecho destaca a importância da visualização eficaz na interpretação de dados térmicos, fornecendo aos usuários uma representação visual compreensível e informativa na plataforma GeoCelsius.

Figura 8 - Código de legenda dinâmica

```
var valorMinimo = minimo.getNumber('LTS'); // Substitua 'LTS' pelo nome da banda se necessário
var valorMaximo = maximo.getNumber('LTS'); // Substitua 'LTS' pelo nome da banda se necessário

print('Valor Mínimo:', valorMinimo);
print('Valor Máximo:', valorMaximo);

var paletaDeCores = [
  '0000FF', '2020FF', '4040FF', '6060FF', // Tons de azul
  '80A080', 'A0C0A0', 'C0E0C0', 'E0FFE0', // Tons de verde
  'FFE0C0', 'FFC0A0', 'FFA080', 'FF8060', // Tons de vermelho-alaranjado
  'FF6040', 'FF4020', 'FF2000', 'FF0000' // Tons de vermelho
];

var visParams = {
  min: ee.Number(valorMinimo).getInfo(),
  max: ee.Number(valorMaximo).getInfo(),
  palette: paletaDeCores
};
```

Fonte: Elaboração do autor

Nesta última seção do código, a camada visual 'imagemCortada' é adicionada ao mapa na plataforma GeoCelsius utilizando a função 'Map.addLayer'. Os parâmetros visuais ('visParams') anteriormente definidos são aplicados, incluindo os valores mínimo e máximo da Land Surface Temperature (LTS) e a paleta de cores especificada. A camada é nomeada como 'Mapa de Temperatura' para indicar claramente a representação visual das temperaturas superficiais na área de interesse.

Essa adição de camada é crucial para a análise visual dos resultados, permitindo que os usuários observem as variações térmicas de maneira compreensível e identifiquem padrões significativos. A plataforma GeoCelsius, ao integrar eficientemente a visualização de dados térmicos, facilita a interpretação e exploração dos fenômenos climáticos na área específica definida pela geometria. Essa etapa final contribui para uma experiência completa de análise termográfica na plataforma GeoCelsius.

Figura 9 - Código de visualização do resultado

```
Map.addLayer(imagemCortada, visParams, 'Nome da Camada');  
});
```

Fonte: Elaboração do autor

3.2 Metodologia para Desenvolvimento de Projeto de Ensino sobre Mudanças Térmicas

A incorporação de metodologias ativas desempenha um papel crucial na eficácia e no impacto do projeto de ensino sobre mudanças térmicas. Essas abordagens dinâmicas não apenas cativam a atenção dos alunos, mas também promovem uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos abordados.

O desenvolvimento do plano de ensino sobre ilhas de calor foi cuidadosamente elaborado com foco em metodologias ativas e aplicação prática de conhecimentos. Incluir atividades práticas, simulações e projetos que não apenas despertem o interesse, mas também encorajem uma exploração autônoma dos conteúdos, proporcionando um envolvimento mais profundo e significativo.

Uma ênfase crucial foi dada à aplicação prática dos conhecimentos teóricos. Através de estudos de caso, projetos práticos e saídas de campo, os alunos são desafiados a aplicar os conceitos aprendidos na resolução de problemas do mundo real. Essa abordagem não só consolida o aprendizado teórico, mas também prepara os alunos para enfrentar desafios reais em relação às mudanças térmicas e à influência humana.

O desenvolvimento de habilidades analíticas e críticas são outro ponto central no plano de ensino. As metodologias ativas adotadas buscavam não apenas transmitir informações, mas também fomentar a capacidade dos alunos de analisar dados térmicos, interpretar resultados e resolver desafios práticos. Isso visa fortalecer a capacidade do aluno de pensar criticamente, habilidade essencial para abordar questões complexas.

A colaboração e o trabalho em equipe foram incentivados por meio de atividades colaborativas, replicando ambientes profissionais. Projetos em grupo e comunicação eficaz foram elementos-chave, assim preparando os alunos não apenas para desafios acadêmicos, mas também para futuros desafios profissionais. A

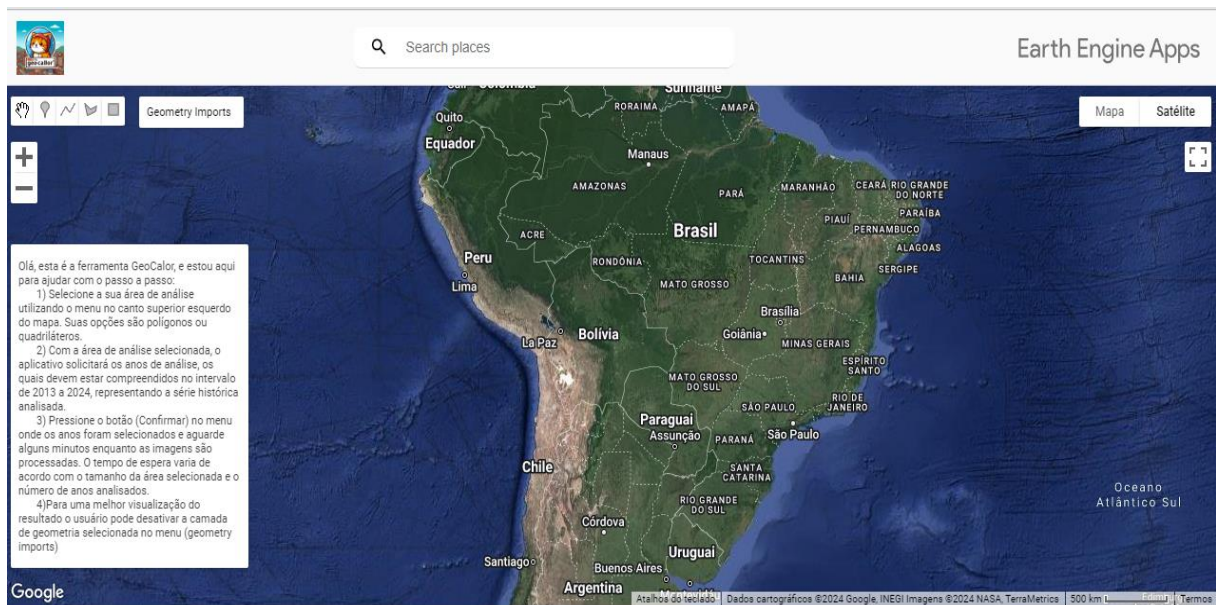
contextualização do aprendizado foi assegurada ao conectar os conceitos teóricos a situações reais. Análises de mudanças térmicas em ambientes urbanos e naturais durante saídas de campo fornecem aos alunos uma compreensão contextualizada e tangível do tema, enriquecendo sua visão sobre as ilhas de calor e seu impacto.

Por fim, a incorporação de abordagens interativas e o uso de tecnologias avançadas, como a plataforma GeoCelsius, não apenas despertam o interesse dos alunos, mas também cria uma experiência de aprendizado baseado em pesquisa.

4 RESULTADOS

A plataforma GeoCelsius, desenvolvida em conjunto com o Google Earth Engine APPS, representa um avanço significativo na democratização da análise de ilhas de calor superficiais. Ao integrar-se ao ecossistema do Google Earth Engine, esta plataforma se beneficia de uma vasta gama de dados geoespaciais e recursos de processamento em nuvem, proporcionando uma experiência robusta e eficiente para os usuários. Por meio dessa colaboração estratégica, a GeoCelsius se torna acessível a um público mais amplo, especialmente a usuários leigos, oferecendo uma interface intuitiva e ferramentas simplificadas para a análise termográfica. A utilização do Google Earth Engine APPS não apenas aprimora a capacidade de processamento e visualização de dados, mas também facilita a incorporação de recursos interativos, promovendo uma experiência envolvente e educativa.

Figura 10 - Layout da plataforma



Fonte: Elaboração do autor

4.1 Funcionalidades da plataforma GeoCelsius

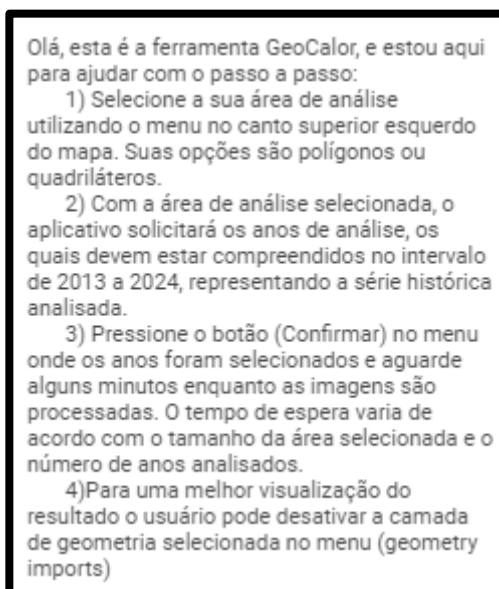
A inclusão da funcionalidade de texto com instruções na plataforma GeoCelsius reforça seu compromisso com a acessibilidade e a aprendizagem orientada. Ao oferecer orientações claras e concisas diretamente aos usuários, a plataforma se

mostra como uma ferramenta educacional amigável, especialmente para aqueles que estão iniciando sua jornada na análise de ilhas de calor superficiais.

Essa funcionalidade não apenas fornece informações sobre o funcionamento da plataforma, mas também orienta os usuários em cada etapa do processo de análise, promovendo uma experiência de aprendizado guiada. Em um contexto educacional, essa abordagem facilita a compreensão e a aplicação dos conceitos relacionados às análises térmicas, permitindo que estudantes e educadores concentrem sua atenção nas interpretações dos dados.

A presença do texto com instruções não apenas facilita a utilização da plataforma, mas também cria um ambiente de aprendizado autônomo, onde os usuários podem explorar e experimentar de forma independente.

Figura 11 - Texto de instruções ao usuário



Olá, esta é a ferramenta GeoCalor, e estou aqui para ajudar com o passo a passo:

- 1) Selecione a sua área de análise utilizando o menu no canto superior esquerdo do mapa. Suas opções são polígonos ou quadriláteros.
- 2) Com a área de análise selecionada, o aplicativo solicitará os anos de análise, os quais devem estar compreendidos no intervalo de 2013 a 2024, representando a série histórica analisada.
- 3) Pressione o botão (Confirmar) no menu onde os anos foram selecionados e aguarde alguns minutos enquanto as imagens são processadas. O tempo de espera varia de acordo com o tamanho da área selecionada e o número de anos analisados.
- 4) Para uma melhor visualização do resultado o usuário pode desativar a camada de geometria selecionada no menu (geometry imports)

Fonte: Elaboração do autor

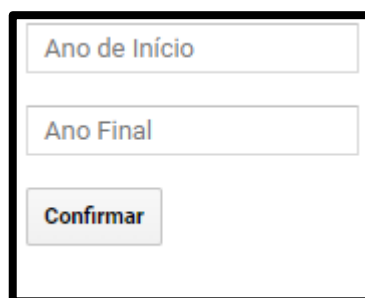
A inclusão do menu de seleção de anos de análise na plataforma GeoCelsius representa uma funcionalidade crucial, especialmente no contexto educacional, onde se busca explorar padrões temporais nas ilhas de calor. Este recurso permite aos usuários escolherem anos específicos para análise, facilitando a compreensão das variações térmicas ao longo do tempo.

No ambiente educacional, essa funcionalidade torna-se uma ferramenta valiosa para estudantes e professores que desejam analisar e comparar dados termográficos ao longo de diferentes períodos. A capacidade de selecionar anos específicos não

apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também incentiva a compreensão da dinâmica temporal das ilhas de calor.

Além disso, a presença do menu de seleção de anos destaca a adaptabilidade da GeoCelsius, permitindo que os educadores personalizem seus currículos para atender às necessidades específicas de suas aulas. Essa funcionalidade não apenas promove a exploração ativa por parte dos alunos, mas também contribui para o desenvolvimento de habilidades analíticas, incentivando a investigação crítica das variações térmicas ao longo dos anos.

Figura 12 - Menu de seleção de anos

A interface de usuário para a seleção de anos, consistindo em dois campos de entrada de texto e um botão. O primeiro campo é rotulado 'Ano de Início' e o segundo 'Ano Final'. Abaixo dos campos, há um botão retangular com o texto 'Confirmar'.

Fonte: Elaboração do autor

A capacidade de alternar entre uma representação gráfica simplificada e imagens de satélite como plano de fundo na plataforma GeoCelsius oferece aos usuários uma ferramenta versátil para a análise de ilhas de calor. Essa funcionalidade permite uma abordagem visual flexível, onde os usuários podem escolher entre uma representação mais simplificada para uma visão gráfica clara ou imagens de satélite para uma contextualização mais detalhada do ambiente.

No contexto educacional, essa funcionalidade proporciona uma experiência de aprendizado dinâmica, permitindo que os alunos explorem as nuances das ilhas de calor de maneira adaptável. A capacidade de alternar entre diferentes representações visuais não apenas aprimora a compreensão conceitual, mas também estimula a análise crítica, incentivando os alunos a interpretar os dados termográficos em diferentes contextos visuais.

Figura 13 - Menu de seleção de mapa base

Um menu de seleção de mapa base com dois botões adjacentes: 'Mapa' e 'Satélite'. O botão 'Satélite' está atualmente selecionado, indicado por um fundo cinza escuro.

Fonte: Elaboração do autor

A plataforma GeoCelsius apresenta a capacidade de realizar zoom in e zoom out no mapa. Essa flexibilidade de visualização permite que os usuários explorem detalhes específicos de uma região ou obtenham uma visão mais abrangente, adaptando-se às necessidades analíticas individuais. Outra função é botão de tela cheia oferece conveniência, ampliando a área de análise e proporcionando uma visão mais imersiva do ambiente termográfico em estudo.

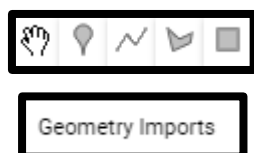
Figura 14 - Função Zoom e Tela Cheia



Fonte: Elaboração do autor

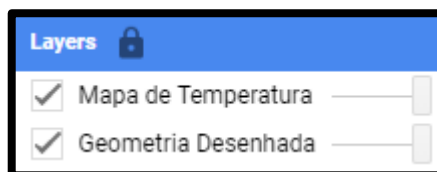
A funcionalidade "Geometry Imports" na plataforma GeoCelsius, proporciona uma gestão eficiente das áreas de análise termográfica definidas pelos usuários. Outra função relacionada as geometrias é o menu de confecção de polígonos, onde os professor e alunos delimitam sua área de analise de acordo com suas necessidades.

Figura 15 - Menus de controle de polígonos e de geometrias



Fonte: Elaboração do autor

A inclusão do menu de controle de opacidade na plataforma GeoCelsius representa uma funcionalidade crucial para aprimorar a experiência de análise de ilhas de calor. Este recurso permite aos usuários ajustar a transparência das camadas sobrepostas, proporcionando maior nitidez na interpretação dos dados termográficos. A capacidade de controlar a opacidade das camadas destaca-se como uma ferramenta valiosa para os educadores, permitindo que adaptem o nível de complexidade visual de acordo com os objetivos específicos de aprendizado.

Figura 16 - Menu de Gerenciamento de Layers

Fonte: Elaboração do autor

Ao conduzir uma análise exemplo da fronteira entre os municípios de Imbé e Tramandaí utilizando a plataforma GeoCelsius, pudemos identificar padrões distintos de temperatura, revelando áreas significativamente mais quentes e mais frescas na região de estudo.

Ao delimitar a área de análise através da funcionalidade de criação de geometria, destacamos uma zona de transição térmica notável na fronteira entre os dois municípios. Utilizando a capacidade de alternar entre representação gráfica simplificada e imagens de satélite, os resultados revelaram áreas urbanizadas e seu entorno, indicando variações térmicas substanciais associadas a diferentes tipos de cobertura do solo.

A funcionalidade de controle de opacidade permitiu ajustar a visibilidade das camadas sobrepostas. Essa análise exemplar, adaptada para o contexto específico da fronteira entre Imbé e Tramandaí, proporcionou uma visão mais completa das ilhas de calor nessa região, facilitando a compreensão de fatores geográficos e urbanos que influenciam as variações térmicas.

Figura 17 - Mapa Exemplo de uma interação do usuário com a plataforma

Fonte: Elaboração do autor

A abordagem educacional se torna crucial ao capacitar estudantes e profissionais iniciantes a compreenderem e aplicarem a GeoCelsius em seus estudos e projetos. Ao explorar um exemplo prático, demonstraremos como essa ferramenta pode ser integrada de maneira acessível e instrutiva, proporcionando uma compreensão abrangente das implicações térmicas e geográficas nos ambientes urbanos.

Integrar a plataforma GeoCelsius no contexto educacional é uma oportunidade para explorar metodologias ativas de ensino, transformando a experiência de aprendizado em um processo dinâmico e participativo. Ao adotar abordagens como estudos de caso e projetos práticos, os educadores podem incentivar a aplicação direta da GeoCelsius em situações do mundo real. Abaixo podemos observar o plano de ensino sugestão com abertura a modificações.

4.2 Projeto de Ensino

Título: Transformação Ambiental e Resposta Térmica: A Influência Humana

Justificativa: Este projeto é essencial para compreender como as ações humanas impactam a natureza, especialmente no que diz respeito à resposta térmica do ambiente. A utilização da plataforma GeoCelsius será o principal método de ensino, proporcionando uma abordagem prática e interativa para análise e visualização de dados climáticos.

Objetivo Geral: Investigar e compreender as mudanças térmicas causadas pelas ações humanas no espaço, utilizando a plataforma GeoCelsius como ferramenta central.

Objetivos Específicos:

1. Analisar dados climáticos na plataforma GeoCelsius para identificar padrões de alteração térmica.
2. Compreender as implicações das mudanças térmicas nos ecossistemas locais, utilizando recursos visuais da plataforma.
3. Propor medidas de mitigação e adaptação por meio de simulações e análises práticas na plataforma GeoCelsius.

Público-Alvo: Alunos do ensino fundamental, principalmente nas disciplinas de geografia, biologia e ciências.

Metodologia:

Módulo 1 - Introdução ao Estudo das Mudanças Térmicas (2 semanas):

- Aulas expositivas utilizando a plataforma GeoCelsius para apresentar os conceitos de mudanças térmicas e influência humana.
- Análise de dados climáticos atuais na plataforma, com ênfase nos impactos locais e globais.
- Discussões em grupo utilizando a plataforma para simulações interativas.

Módulo 2 - Urbanização e Mudanças Climáticas Locais (3 semanas):

- Estudo de caso de áreas urbanizadas com análises térmicas na plataforma GeoCelsius.
- Saída de campo para observação direta das mudanças térmicas, com posterior comparação com dados da plataforma.

Módulo 3 - Desmatamento e Respostas Térmicas (3 semanas):

- Análise de áreas desmatadas e suas consequências térmicas na plataforma GeoCelsius.
- Estudo de impactos nas comunidades locais e na biodiversidade, com simulações práticas.
- Projeto prático na plataforma: Proposta de locais reflorestamento na área analisada.

Módulo 4 - Medidas de Mitigação e Adaptação (2 semanas):

- Proposição de medidas sustentáveis para mitigar o impacto térmico.
- Desenvolvimento de projetos práticos de adaptação às mudanças climáticas locais na plataforma GeoCelsius.
- Apresentação dos projetos em sala de aula, utilizando recursos visuais da plataforma.

Avaliação: Avaliação contínua, considerando participação ativa na utilização da plataforma GeoCelsius, análise de dados, apresentação de projetos e discussões em grupo.

Recursos Necessários: Laboratório de informática, acesso à internet, projetor, plataforma GeoCelsius, material impresso, mapas climáticos.

Resultados Esperados: Espera-se que os alunos dominem o uso da plataforma GeoCelsius para análise térmica, compreendam as mudanças climáticas causadas por atividades humanas e desenvolvam soluções sustentáveis.

Conclusão: O projeto, centrado na plataforma GeoCelsius, proporcionará não apenas conhecimento teórico, mas também habilidades práticas e críticas para enfrentar os desafios ambientais do local onde vivem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a contribuição deste trabalho para o ensino de climatologia, destaca-se a relevância da plataforma GeoCelsius como uma ferramenta educacional inovadora. A capacidade de proporcionar uma abordagem prática e interativa para a análise de ilhas de calor pode contribuir significativamente para o aprendizado dos alunos. A integração de funcionalidades como criação de geometria, controle de opacidade e seleção de anos de análise oferece uma experiência educacional rica, permitindo aos estudantes explorarem fenômenos climáticos de maneira envolvente.

Entretanto, é fundamental identificar as limitações do aplicativo e considerar possíveis melhorias para trabalhos futuros. Algumas limitações incluem a dependência da disponibilidade de dados térmicos em tempo real e a necessidade de aprimoramentos na usabilidade da interface para garantir uma experiência mais intuitiva, especialmente para usuários leigos. É necessário a implementação de tutoriais interativos ou guias mais detalhados para orientar os usuários durante a análise.

Para futuras pesquisas na área, recomenda-se explorar a expansão da plataforma GeoCelsius para incorporar dados climáticos adicionais, como precipitação e umidade, a fim de oferecer uma análise mais abrangente do ambiente. Além disso, a validação e calibração contínuas dos dados termográficos utilizados na plataforma são cruciais para assegurar a precisão das análises. Investigar a integração de inteligência artificial e aprendizado de máquina também pode enriquecer a capacidade preditiva da plataforma, tornando-a ainda mais valiosa para estudos climáticos avançados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, Alda Cristina De Ananias et al. O ensino de climatologia geográfica: propostas metodológicas com o uso do Google Earth. **Anais do XV ENANPEGE**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.
- ARAUJO, A. C. de A.; ANDRADE, C. S. P. de. Geotecnologias no Ensino de Climatologia Geográfica: Proposta Prático-Pedagógica com o Uso do Windy. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 286–304, 2023.
- BARBOSA, E; SPOSITO, A. O. Climatologia E Internet: Análise E Proposta Metodológica Para O Ensino De Geografia No Ensino Médio. **Revista Geonorte**, [S. l.], v. 3, n. 8, p. 108–120, 2012.
- BASOTTI, I. S.; PANCHER, A. M.; ZANILATTO, R. C.; LEME, A. M. O uso das geotecnologias para o ensino da geografia: uma análise do caderno do professor. **Revista Territorium Terram**, 2(3), 75–83, 2014.
- BASTOS, C. C. **Metodologias Ativas**. 2006.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 25–40, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- DE OLIVEIRA MARTINS, B.; BARBOZA CASTANHO, R. Geotecnologias e Ensino de Geografia. **Revista Signos Geográficos**, 3, 1–20, 2021. Recuperado de
- DEWEY, J. **How we think**. D.C. Heath, 1933.
- FIALHO, Edson Soares. Climatologia: ensino e emprego de geotecnologias. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 13, jun. 2013. ISSN 2237-8642.
- FLYVBJERG, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. **Qualitative Inquiry**, 12(2), 219-245.
- Foco Escola. **Desvendando as Metodologias Ativas de Aprendizagem: Análise das Principais Estratégias e Seus Benefícios**. Disponível em: <https://focoescola.com.br/blog/article/desvendando-as-metodologias-ativas-de-aprendizagem-analise-das-principais-estrategias-e-seus-beneficios>. Acesso em: [20 de dezembro 2023].
- FORTUNA, Denizart. Climatologia Geográfica e Docência Escolar: Um Relato sobre as (Im)possibilidades dos Recursos Pedagógicos no Segundo Segmento do Ensino Fundamental. **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO**, v. 03, n. 01, p. 76-83, 2012.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 148p.

HERREID, C. F. *Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science*. NSTA Press, 2007.

HERREID, C. F.; SCHILLER, N. A. Case Studies and the Flipped Classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 5, p. 62-66, 2013.

JESUS, Janisson & SANTANA, Ighor. (2017). Estimation of Land Surface Temperature in Caatinga Area Using Landsat 8 Data. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, 7, 150. DOI: 10.29150/jhrs.v7.3.p150-157.

KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall, 1984

LAMATTINA, A. A. (2023). **Educação 4.0: Transformando o ensino na era digital - O impacto das metodologias ativas e inteligência artificial na prática docente**. Editora Union.

PIAGET, J. **Science of education and the psychology of the child**. Orion, 1970.

PINHEIRO SILVEIRA, R. M; CRESTANI, D. M; FRICK, E. (2014). Aula De Campo Como Prática Pedagógica No Ensino De Geografia Para O Ensino Fundamental: Proposta Metodológica E Estudo De Caso. **Revista Brasileira De Educação Em Geografia**, 4(7), 125–142. 2014.

SANTOS, Mariana Alvina dos; LARA, Ellys Marina de Oliveira; LUCHESI, Bruna Moretti. Repositório Institucional da UFMS, 2022.

SILVA, Christian Nunes. O webgis como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de geografia e cartografia. **Revista GeoAmazônia**, v. 1, n. 02, p. 19-32, 2014.

SILVA, Michele Souza da; CARDOSO, Cristiane. **Desafios e Perspectivas para o Ensino de Climatologia Geográfica na Escola**. 2018.

SWANBORN, P. (2010). *Case Study Research*. SAGE Publications. DOI: 10.4135/9781526485168.

TORRES, Guilherme Almussa Leite et al. O ensino de climatologia a partir do livro didático – perspectivas e propostas alinhadas à climatologia geográfica. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 27, out. 2020. ISSN 2237-8642.

VYGOTSKY, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press, 1978. 213 p.

YIN, R. K. *Case study research: design and methods*. Sage, 2009.