



EDUARDO MELO DE ANDRADE SILVA

**SEGREGAÇÃO CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA A
INVESTIGAÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL**

**LAVRAS – MG
2026**

EDUARDO MELO DE ANDRADE SILVA

**SEGREGAÇÃO CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA A
INVESTIGAÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Especialização *Lato Sensu*
“Ciência é 10”, para a obtenção do título
de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora

Profa. Dra. Silésia de Fátima Curcino da Silva

**LAVRAS – MG
2026**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Eduardo Melo de Andrade.

Segregação climática : Uma abordagem pedagógica para a investigação da
desigualdade socioambiental / Eduardo Melo de Andrade Silva. - 2026.
42 p.

Orientadora: Silésia de Fátima Curcino Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de
Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Segregação climática. 2. Educação ambiental. 3. Ilhas de calor. 4. Ensino
médio. 5. Metodologias ativas. I. Silva, Silésia de Fátima Curcino. II. Universidade
Federal de Lavras. III. Título.

EDUARDO MELO DE ANDRADE SILVA

**SEGREGAÇÃO CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA A
INVESTIGAÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL**

**CLIMATE SEGREGATION: A PEDAGOGICAL APPROACH TO
INVESTIGATING SOCIO-ENVIRONMENTAL INEQUALITY**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Especialização *Lato Sensu*
“Ciência é 10”, para a obtenção do título
de Especialista em Ensino de Ciências.

APROVADA em 09 de maio de 2026.

Profa. Dra. Alessandra dos Santos Silva

Profa. Dra. Talita, de Carvalho Guiraldelli Venâncio

Orientadora

Profa. Dra. Silésia de Fátima Curcino da Silva

Documento assinado digitalmente
 **SILÉSIA DE FÁTIMA CURCINO DA SILVA**
Data: 17/05/2026 16:22:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**LAVRAS – MG
2026**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu clareza, sabedoria e perseverança para concluir este trabalho.

Ao meu núcleo familiar: minha mãe, Marisa; meu pai, Nourival; e meu irmão, Daniel. Aproveito também a oportunidade para agradecer a toda minha família estendida e aos meus verdadeiros amigos, pelo apoio, incentivo e presença ao longo desta trajetória.

À minha orientadora, Silésia de Fátima Curcino da Silva, por todo direcionamento, apoio e auxílio durante o desenvolvimento desta pesquisa, pelos ensinamentos compartilhados por meio de sua experiência e, principalmente, pela confiança e autonomia proporcionadas para a construção deste projeto.

Às professoras da banca, Alessandra dos Santos Silva e Talita de Carvalho Guiraldelli Venâncio, pelas contribuições, sugestões e disponibilidade em participar deste momento tão importante da minha formação acadêmica.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por, além de representar um espaço de formação e crescimento, disponibilizar estrutura, recursos, laboratórios, equipamentos e materiais que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio institucional ao desenvolvimento da pós-graduação e da pesquisa científica no Brasil.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta caminhada e contribuíram para minha formação pessoal, profissional e acadêmica.

RESUMO

O presente trabalho investiga a segregação climática como uma manifestação das desigualdades socioambientais no espaço urbano, com foco em sua abordagem no contexto do ensino médio. A pesquisa foi desenvolvida a partir da aplicação de uma sequência didática em uma escola pública do município de Passos (MG), envolvendo alunos do ensino médio e utilizando como estudo de caso o contraste entre os bairros Morumbi e Paraisópolis, na cidade de São Paulo. A proposta pedagógica integrou metodologias ativas, como mapas mentais, estudo de caso e matriz de decisão, articulando abordagens qualitativas e quantitativas. Inicialmente, foram trabalhados conceitos relacionados às ilhas de calor urbanas e ao tripé da sustentabilidade, seguidos da análise de dados reais e da construção de representações visuais pelos estudantes. Os resultados evidenciaram o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, que passaram a compreender as relações entre urbanização, desigualdade social e impactos climáticos. A utilização da matriz de decisão contribuiu para a organização e quantificação de informações, favorecendo a tomada de decisão fundamentada. Conclui-se que a integração de estratégias investigativas no ensino de Ciências promove aprendizagem significativa e amplia a capacidade dos estudantes de interpretar e problematizar questões socioambientais contemporâneas.

Palavras-chave: segregação climática; educação ambiental; ilhas de calor; ensino médio; metodologias ativas.

ABSTRACT

The present study investigates climate segregation as a manifestation of socio-environmental inequalities in urban spaces, focusing on its approach in high school education. The research was conducted through the application of a didactic sequence in a public school in the municipality of Passos (MG), involving high school students and using as a case study the contrast between the neighborhoods of Morumbi and Paraisópolis, in the city of São Paulo. The pedagogical proposal integrated active methodologies, such as mind maps, case studies, and decision matrices, combining qualitative and quantitative approaches. Initially, concepts related to urban heat islands and the sustainability tripod were addressed, followed by the analysis of real data and the construction of visual representations by the students. The results showed the development of students' critical thinking, enabling them to understand the relationships between urbanization, social inequality, and climate impacts. The use of the decision matrix contributed to the organization and quantification of information, supporting informed decision-making. It is concluded that the integration of investigative strategies in science education promotes meaningful learning and enhances students' ability to interpret and critically analyze contemporary socio-environmental issues.

Keywords: climate segregation; environmental education; urban heat islands; high school; active methodologies.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho apresenta impactos de natureza social, educacional, ambiental e potencialmente cultural, decorrentes da aplicação de uma sequência didática voltada à compreensão da segregação climática no ensino médio.

No âmbito social e educacional, o principal impacto direto ocorreu na formação de estudantes do ensino médio de uma escola pública do município de Passos (MG), envolvendo aproximadamente 30 alunos. A proposta contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de análise de dados e da compreensão das relações entre urbanização, desigualdade social e impactos climáticos. Trata-se, portanto, de um impacto direto e concreto, observado por meio das produções dos estudantes (mapas mentais, análises e discussões em grupo).

No âmbito educacional, observou-se impacto direto no desenvolvimento do pensamento crítico e na capacidade de análise dos alunos, especialmente na compreensão das relações entre urbanização, desigualdade social e clima urbano. No aspecto ambiental, o trabalho promoveu a conscientização sobre ilhas de calor e justiça socioambiental, com potencial de influenciar atitudes futuras dos estudantes.

Destaca-se ainda o uso de ferramentas como mapas mentais e matriz de decisão, contribuindo para a integração entre conhecimentos qualitativos e quantitativos. O estudo possui caráter extensionista, ao articular conteúdos acadêmicos com a realidade social dos alunos, podendo ser replicado em outros contextos escolares. Enquadra-se nas áreas de Educação e Meio ambiente, com interface em Direitos humanos e justiça, e está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4 – Educação de Qualidade; ODS 10 – Redução das Desigualdades; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima).

LISTA DE SIGLAS

3P	<i>People, Planet e Profit</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	7
1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Integração de métodos qualitativos e quantitativos	10
2.2 Estudo de caso como ferramenta investigativa	11
2.3 Mapas mentais e organização do conhecimento	12
2.4 Matriz de decisão e matrizes matemáticas.....	14
2.5 O tripé da sustentabilidade.....	16
2.6 Ilhas de calor e segregação térmica	18
2.7 Morumbi x Paraisópolis: o contraste da desigualdade.....	19
SEGUNDA PARTE.....	22
ARTIGO 1	23
3. METODOLOGIA	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO	33
TERCEIRA PARTE	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVA FUTURA.....	34
REFERÊNCIAS.....	36

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem intensificado transformações profundas nos espaços urbanos, alterando não apenas a configuração física das cidades, mas também as relações sociais, ambientais e climáticas que nelas se estabelecem. A expansão acelerada das áreas construídas, associada à impermeabilização do solo, à redução da cobertura vegetal e ao uso extensivo de materiais com alta capacidade de absorção térmica, tem contribuído para o surgimento e a intensificação de fenômenos climáticos urbanos, entre os quais se destacam as ilhas de calor. Esse fenômeno caracteriza-se pela elevação da temperatura em áreas urbanizadas em relação às regiões do entorno, configurando-se como um dos principais desafios ambientais das cidades contemporâneas (Galeazzi; Corbella; Drach, 2020).

Embora amplamente estudadas sob a ótica da climatologia urbana, as ilhas de calor não podem ser compreendidas apenas como um efeito físico do ambiente construído. A literatura aponta que seus impactos se distribuem de forma desigual no território urbano, afetando de maneira mais intensa populações que vivem em áreas com menor infraestrutura, escassez de áreas verdes e condições precárias de moradia. Dessa forma, o fenômeno assume uma dimensão social e política, revelando-se como um marcador das desigualdades socioambientais que estruturam as cidades, especialmente em países caracterizados por altos índices de desigualdade social, como o Brasil (Fialho, 2012; Junior *et al.*, 2013).

Nesse contexto, emerge o conceito de segregação climática, entendido como a distribuição desigual dos efeitos climáticos adversos entre diferentes grupos sociais, mesmo quando localizados em territórios geograficamente vizinhos. A segregação climática evidencia que o clima urbano não é neutro, mas profundamente atravessado por fatores socioeconômicos, históricos e territoriais. Regiões de maior renda tendem a concentrar infraestrutura urbana de qualidade,

áreas arborizadas e edificações planejadas, que contribuem para a mitigação do calor. Em contrapartida, comunidades vulneráveis frequentemente convivem com adensamento populacional, carência de espaços verdes e materiais construtivos inadequados, ampliando a exposição ao desconforto térmico e aos riscos à saúde (Almeida; Ribeiro, 2024).

A discussão sobre segregação climática dialoga diretamente com o tripé da sustentabilidade, que integra as dimensões ambiental, social e econômica como elementos indissociáveis para o enfrentamento dos desafios contemporâneos. Conforme apontam Purvis, Mao e Robinson (2019), a sustentabilidade não pode ser compreendida como um equilíbrio estático entre esses pilares, mas como um processo dinâmico, permeado por tensões e conflitos. No espaço urbano, essas tensões se manifestam de forma concreta na desigualdade de acesso à qualidade ambiental, evidenciando que os impactos climáticos estão intimamente relacionados à justiça social e à forma como o território é produzido e ocupado.

Apesar do avanço significativo das pesquisas sobre desigualdades socioambientais, observa-se que grande parte desses estudos permanece restrita ao campo técnico e acadêmico, com limitada incorporação em práticas educativas no ensino básico. Embora documentos normativos como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconheçam a importância de temas ambientais e da formação de competências socioambientais, ainda há dificuldades na implementação de abordagens pedagógicas que articulem conceitos científicos, análise territorial e reflexão crítica sobre desigualdades urbanas de forma integrada e contextualizada (Brasil, 2018; Guimarães, 2019).

Apesar do crescente número de estudos que analisam as ilhas de calor urbanas e suas relações com a desigualdade socioespacial, observa-se que tais discussões ainda permanecem, em grande parte, restritas aos campos da climatologia, do planejamento urbano e das ciências ambientais, com menor inserção no contexto da educação básica. No âmbito educacional, a segregação climática ainda é pouco explorada como conteúdo pedagógico integrado, capaz de articular conceitos científicos, leitura crítica do espaço urbano e reflexões sobre

justiça socioambiental. Além disso, são mínimas as propostas didáticas que abordam esse fenômeno a partir de metodologias investigativas, que envolvam os estudantes com análise de dados reais. Essa lacuna evidencia a oportunidade de pesquisas que articulem o debate climático urbano com práticas pedagógicas contextualizadas voltadas à formação de sujeitos capazes de compreender e intervir sobre as desigualdades ambientais presentes no território em que vivem.

Essa lacuna torna-se ainda mais evidente quando se considera a necessidade de metodologias que aproximem os estudantes de problemas reais do espaço urbano, permitindo que compreendam o clima não apenas como um fenômeno natural, mas como um processo socialmente produzido. Nesse sentido, estratégias pedagógicas como o estudo de caso, os mapas mentais e a integração entre abordagens qualitativas e quantitativas apresentam-se como caminhos promissores para o desenvolvimento do pensamento crítico, da investigação científica escolar e da articulação entre teoria e prática

Diante deste cenário, contextos reais com contrastes claros e de fácil observação oferecem um estudo de caso potente. Diante desse contexto, a presente pesquisa tem como foco investigar a segregação climática enquanto expressão concreta das desigualdades socioambientais no espaço urbano, compreendida a partir das diferenças de temperatura entre territórios socialmente desiguais, ainda que geograficamente próximos. Para tanto, adota-se como estudo de caso o contraste entre o bairro do Morumbi e a comunidade de Paraisópolis, na cidade de São Paulo, articulando dados reais de temperatura a práticas pedagógicas investigativas no ensino médio. O objetivo central do trabalho consiste em analisar como ferramentas didáticas, como o estudo de caso, os mapas mentais e a matriz de decisão, podem contribuir para a compreensão crítica do fenômeno das ilhas de calor urbanas e para a formação de estudantes capazes de interpretar, problematizar e propor ações frente às injustiças climáticas contemporâneas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura em educação destaca o papel de diferentes ferramentas pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo aquelas que estimulam a análise crítica, a organização do conhecimento e a integração entre teoria e prática. Entre essas, o estudo de caso, os mapas mentais, a matriz de decisão e as abordagens qualitativas e quantitativas constituem estratégias que não apenas favorecem a compreensão dos conteúdos, mas também desenvolvem habilidades investigativas e reflexivas nos estudantes.

2.1 INTEGRAÇÃO DE MÉTODOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS

O debate metodológico entre pesquisas qualitativas e quantitativas ocupa lugar central nas ciências sociais e educacionais, uma vez que cada abordagem traz vantagens e limites próprios. Enquanto a pesquisa quantitativa possibilita mensurar e generalizar resultados a partir da análise numérica e estatística, a qualitativa privilegia a interpretação de significados, percepções e práticas sociais em profundidade (Rodrigues; Oliveira; Santos, 2021).

Nesse cenário, a integração entre ambas se consolida como estratégia capaz de oferecer análises mais complexas, articulando objetividade e subjetividade em um mesmo processo investigativo. Estudos como de Rodrigues, Oliveira e Santos (2021) evidenciam que a utilização de métodos mistos fortalece a consistência analítica, ao permitir que dados numéricos sejam contextualizados por narrativas e observações, enriquecendo a compreensão dos fenômenos.

No campo da educação, essa complementaridade tem ganhado destaque pela possibilidade de compreender práticas escolares e desempenho estudantil de forma mais ampla, unindo indicadores matemáticos a interpretações qualitativas que captam aspectos culturais, sociais e afetivos da aprendizagem. Além disso, a integração quali-quantitativa também tem se mostrado eficaz em pesquisas ambientais, ampliando a capacidade de analisar fenômenos urbanos complexos e de compreender desigualdades socioespaciais. Essa abordagem, então, não apenas fortalece a investigação científica, mas também oferece

subsídios para a formulação de estratégias educacionais e políticas públicas voltadas à redução de desigualdades e à promoção de justiça socioambiental (Zhou; Zhou; Machtmes, 2024).

Segundo Zhou, Zhou e Machtmes (2024), outro aspecto importante é que os métodos mistos favorecem a **triangulação de dados**, aumentando a confiabilidade dos resultados ao permitir a comparação entre múltiplas fontes de evidências. Essa prática tem sido valorizada em pesquisas que envolvem avaliação de estudos de caso educacionais, pois possibilita verificar se os dados convergem ou se apontam divergências entre si. Assim, ao invés de se colocarem como abordagens concorrentes, os métodos qualitativos e quantitativos se revelam complementares, potencializando a compreensão dos fenômenos estudados e garantindo maior legitimidade científica.

No contexto das desigualdades urbanas e ambientais, a integração de métodos se mostra particularmente útil para compreender fenômenos como as **ilhas de calor** e a **segregação térmica**. Enquanto levantamentos quantitativos permitem mapear padrões de temperatura e distribuição espacial - fazendo-se uso de artifícios matemáticos, como matrizes e matriz de decisão - análises qualitativas revelam percepções das comunidades mais vulneráveis e como esses fenômenos afetam seu cotidiano. Essa articulação, portanto, contribui para conectar dados objetivos a narrativas humanas, permitindo que a ciência dialogue de forma mais próxima com a realidade social e apoie processos de transformação concreta no espaço urbano (Araújo; Araújo; Ferreira, 2024).

2.2 ESTUDO DE CASO COMO FERRAMENTA INVESTIGATIVA

O campo da educação tem incorporado progressivamente metodologias que ampliam as formas de aprendizagem e interpretação da realidade social. Entre elas está o estudo de caso, que se destaca tanto como recurso pedagógico quanto como estratégia investigativa. Apesar de como supracitado, vir sendo incorporado ao longo dos anos como ferramenta de ensino, seu surgimento é datado há mais de dois mil anos, especificamente, no campo da medicina, quando o grego Hipócrates relacionou 14 casos clínicos (Vasquez; Melo; Bacury, 2022).

Segundo Godoy (1995), sua aplicação no ensino estimula a problematização, a construção coletiva de conhecimento e a articulação entre teoria e prática, favorecendo o protagonismo dos estudantes e a análise crítica de situações reais ou simuladas. Entretanto, deve-se levar em conta e ter-se a clareza que o método não se constitui de fatos fictícios. A análise ocorre a partir de e dados casos reais. A partir de experiências vivenciadas em empresas, organizações, localidades - em suas trajetórias e aplicabilidade - levar os estudantes a refletirem e analisarem situações reais (Menezes, 2009).

Essa metodologia demonstra flexibilidade e potencial de renovação. Nesse sentido, no Brasil, sua utilização no campo educacional tem ganhado força, sobretudo em áreas que demandam integração entre conhecimento científico e prática social. Pesquisas voltadas à educação ambiental e ao estudo de comunidades urbanas, por exemplo, evidenciam como essa estratégia contribui tanto para o diagnóstico de desigualdades socioespaciais quanto para a formação cidadã. Assim, a aplicação desse método favorece o aprendizado ativo e também pode constituir um recurso de investigação robusto para problematizar realidades sociais, econômicas e ambientais (Minniti, *et. al*, 2017).

Além disso, o estudo de caso se destaca por possibilitar que os alunos assumam papel ativo na análise de situações reais, favorecendo o protagonismo, a criatividade e a tomada de decisão, a partir de dados retirados da realidade. Além de seu papel como ferramenta didática, o estudo de caso se consolidou como recurso investigativo robusto, especialmente na análise de situações com certo grau de complexidade que exigem múltiplos olhares (Godoy, 1995).

2.3 MAPAS MENTAIS E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

O uso de mapas mentais tem se consolidado como uma técnica pedagógica capaz de potencializar a aprendizagem por meio da organização visual das informações. Essa metodologia favorece a identificação de relações entre conceitos, estimulando conexões e promovendo uma compreensão mais ampla e integrada dos conteúdos. Segundo Merchie e Keer (2012), a elaboração de mapas mentais, tanto de forma individual quanto coletiva, contribui para a

sistematização do conhecimento e para a participação ativa dos estudantes nos processos de ensino-aprendizagem.

No contexto educacional, essa prática amplia as possibilidades de engajamento ao permitir que os alunos se tornem coautores na construção de significados, organizando variáveis e ideias de maneira acessível e interativa por meio de elaboração crítica de perguntas abertas. Além de sua função organizativa, os mapas mentais se destacam como ferramentas que favorecem a aprendizagem significativa, especialmente quando aplicados de forma orientada (Merchie; Keer, 2012).

Eppler (2006) aponta que o uso dessa técnica pode estimular a elaboração de questionamentos mais sofisticados, além de auxiliar na memória e no raciocínio lógico. Em práticas de sala de aula, sua aplicação tem sido associada ao desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico, na medida em que os estudantes passam a articular informações de forma estruturada e a relacioná-las com problemáticas reais. Essa característica torna os mapas mentais recursos valiosos também em análises de questões socioambientais complexas, como as que envolvem desigualdade espacial e conforto térmico.

O uso de mapas mentais, inicialmente difundido como técnica de organização pessoal, tem conquistado espaço crescente na educação como recurso pedagógico voltado à estruturação do conhecimento. Nesse sentido, o mapa mental deixa de ser apenas uma ferramenta de síntese e passa a constituir um dispositivo pedagógico que fomenta colaboração, criatividade e protagonismo no ambiente escolar. Além de seu caráter organizativo, os mapas mentais possuem potencial para promover aprendizagens profundas e duradouras, sobretudo quando utilizados de forma orientada (Stokhof *et al.* 2017).

Em sala de aula, essa metodologia tem se mostrado eficaz no desenvolvimento da autonomia intelectual, uma vez que orienta os alunos a construir redes de significado entre variáveis distintas. Por isso, os mapas mentais têm se tornado recursos aplicáveis não apenas em contextos educativos tradicionais, mas uma forma de se integrarem perspectivas múltiplas em um formato visual, acessível e crítico (Stokhof *et al.* 2017).

Quando utilizados de forma coletiva, os mapas mentais ampliam ainda mais seu potencial pedagógico, ao favorecerem a construção compartilhada do conhecimento e o confronto de diferentes perspectivas. A elaboração conjunta permite que os estudantes revisem, ampliem e reorganizem suas ideias a partir do diálogo com os colegas, promovendo aprendizagens mais reflexivas e colaborativas. Nesse sentido, o mapa mental deixa de ser apenas um instrumento de organização individual e passa a funcionar como um dispositivo de mediação pedagógica, capaz de integrar múltiplas leituras sobre fenômenos socioambientais complexos.

2.4 MATRIZ DE DECISÃO E MATRIZES MATEMÁTICAS

As matrizes de decisão constituem ferramentas amplamente utilizadas em processos de avaliação multicritério, permitindo comparar alternativas a partir da atribuição de pesos e da análise de impactos associados a diferentes critérios (Gomes; Gomes, 2012). Do ponto de vista matemático, essas matrizes se fundamentam nos princípios da álgebra linear, especialmente nas operações envolvendo matrizes numéricas, como a multiplicação matricial, que possibilita a obtenção de resultados quantitativos consolidados (Lay; Lay; McDonald, 2015). A articulação entre a formalização matemática e a tomada de decisão aplicada confere a esse instrumento um caráter interdisciplinar, tornando-o particularmente relevante em contextos educacionais voltados à análise de problemas reais e complexos.

Do ponto de vista conceitual, a matriz de decisão baseia-se na organização de dados em linhas e colunas, relacionando alternativas, critérios e impactos associados. Essa estrutura possibilita que diferentes dimensões de um problema sejam analisadas simultaneamente, favorecendo uma visão integrada e comparativa da realidade estudada. Em pesquisas ambientais e urbanas, matrizes de decisão têm sido empregadas para avaliar cenários complexos, como impactos ambientais, vulnerabilidades territoriais e priorização de políticas públicas, justamente por permitirem a articulação entre fatores técnicos, sociais e ambientais (Kahrimanis; Topuz; Ulutaş, 2020).

No contexto educacional, o uso da matriz de decisão assume um caráter formativo ao aproximar conceitos matemáticos abstratos de situações concretas. Ao mobilizar operações como a multiplicação de matrizes, os estudantes passam a compreender a matemática como uma ferramenta de interpretação da realidade, e não apenas como um conjunto de procedimentos algorítmicos. A matriz matemática, enquanto objeto de estudo da Álgebra Linear, é definida como um arranjo retangular de números, organizado em linhas e colunas, que permite representar e resolver sistemas de informações de forma estruturada (Lay; Lay; Mcdonald, 2018). Sua aplicação ultrapassa o campo puramente matemático, sendo amplamente utilizada em áreas como engenharia, economia, geografia e ciências ambientais.

A multiplicação de matrizes, especificamente, possibilita relacionar dois conjuntos distintos de informações, gerando um terceiro conjunto de resultados que sintetiza as interações entre as variáveis consideradas. No âmbito desta pesquisa, essa operação foi utilizada para relacionar características urbanas e seus respectivos impactos, permitindo aos estudantes quantificar diferenças entre territórios socialmente desiguais. Tal abordagem favorece a compreensão de que resultados numéricos não são neutros, mas refletem escolhas metodológicas e critérios previamente definidos, o que estimula uma postura crítica frente aos dados produzidos.

Além disso, a integração entre matriz de decisão e matrizes matemáticas reforça a articulação entre métodos quantitativos e qualitativos. Enquanto a matriz fornece um resultado numérico que indica prioridades ou níveis de impacto, a interpretação desse resultado exige análise qualitativa, contextualização social e reflexão crítica. Esse movimento dialoga com abordagens contemporâneas da educação em ciências, que defendem o uso de instrumentos matemáticos como mediadores da compreensão de fenômenos complexos, especialmente aqueles relacionados às desigualdades socioambientais (Gomes; Gomes, 2012; Kahrimanis; Topuz; Ulutaş, 2020).

Dessa forma, o uso de matrizes matemáticas e de decisão no ensino não se restringe ao domínio técnico, mas configura-se como uma estratégia

pedagógica potente para promover aprendizagem significativa, autonomia intelectual e leitura crítica do espaço urbano. Ao aplicar essas ferramentas na análise da segregação climática, os estudantes foram levados a relacionar dados, interpretar resultados e discutir implicações sociais e ambientais, consolidando a matemática como linguagem fundamental para a compreensão e transformação da realidade.

2.5 O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

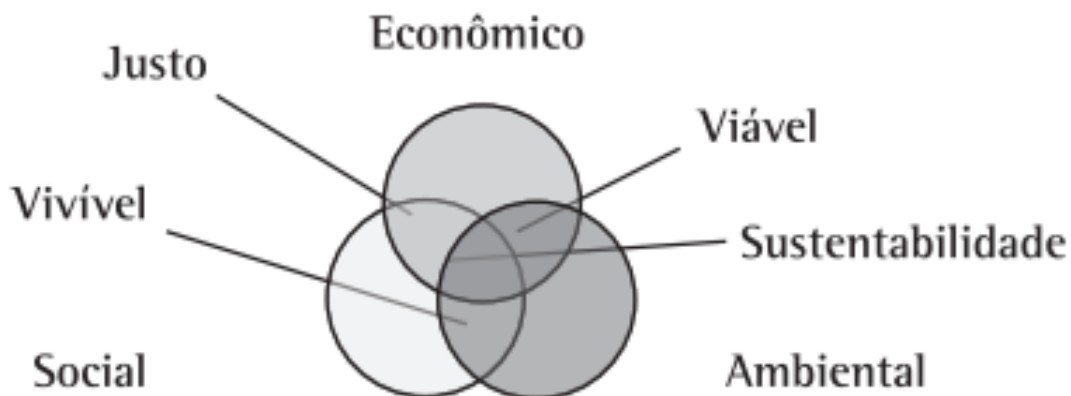
O debate sobre sustentabilidade revela que não é suficiente tratar separadamente as dimensões econômica, social e ambiental. O tripé da sustentabilidade surge justamente para evidenciar a interdependência desses pilares, cuja articulação é essencial para enfrentar os dilemas do mundo atual. Mais do que um conceito, ele se configura como um guia para práticas sustentáveis, apontando que desenvolvimento urbano, justiça social e preservação ambiental só se tornam viáveis quando pensados de forma conjunta (Martine; Alves, 2005).

Essa perspectiva deve ser discutida como caminho estratégico para equilibrar crescimento econômico e justiça social, sem perder de vista a conservação dos recursos naturais. Elkington (1994) destacou o *Triple Bottom Line* como marco teórico, ressaltando que empresas, governos e instituições precisam assumir responsabilidades que transcendam o lucro imediato e incorporem práticas de responsabilidade socioambiental. Além desse aspecto, também foi cunhado a expressão, em inglês, 3P (*People, Planet e Profit*), que leva

em consideração a intersecção entre as três dimensões seria o alcance da sustentabilidade, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: As dimensões da sustentabilidade e suas intersecções

Fonte: Oliveira *et al.*, 2012.



Os três pilares não devem ser analisados de maneira isolada, mas compreendidos como partes de um sistema dinâmico e, muitas vezes, em tensão. A busca por competitividade econômica pode, por exemplo, gerar conflitos com a preservação ambiental, enquanto medidas ambientais restritivas podem intensificar desigualdades sociais se não forem acompanhadas de políticas inclusivas. Assim, a sustentabilidade não pode ser entendida como um equilíbrio estático, mas como um processo contínuo de negociação entre interesses diversos (Purvis; Mao; Robinson, 2019)

Nesse sentido, adotar o tripé da sustentabilidade como referencial implica reconhecer tanto suas potencialidades quanto seus limites. Por um lado, ele fornece uma base conceitual sólida para orientar políticas públicas, projetos educacionais e práticas de planejamento urbano. Por outro, desafia pesquisadores e gestores a ultrapassarem discursos superficiais, enfrentando contradições concretas, como o uso desigual do espaço urbano, as assimetrias no acesso a serviços básicos e a degradação ambiental acelerada. Essa abordagem convida a pensar a sustentabilidade como prática crítica e

transformadora, capaz de redefinir as formas de viver, produzir e ocupar o território (Oliveira, *et al.*, 2012).

2.6 ILHAS DE CALOR E SEGREGAÇÃO TÉRMICA

A expansão da densidade populacional urbana - e com ela a urbanização desordenada - intensifica a diminuição e carência de áreas verdes e, por consequência, o aumento de área construída e da impermeabilização do solo. A definição de Ilha de calor pode ser descrita como um fenômeno climático urbano caracterizado pela maior temperatura em um ponto específico de uma cidade em relação às áreas vizinhas (Galeazzi; Corbella; Drach, 2020).

O fenômeno das ilhas de calor urbanas tem sido amplamente discutido na literatura como um dos principais efeitos da urbanização acelerada e da impermeabilização do solo, caracterizando-se pelo aumento da temperatura em áreas densamente construídas em relação às regiões periféricas ou com maior cobertura vegetal (Galeazzi; Corbella; Drach, 2020). Entretanto, esse fenômeno não se distribui de maneira homogênea no espaço urbano, estando fortemente associado às desigualdades socioeconômicas. Regiões marcadas pela precariedade habitacional, elevada densidade populacional e escassez de infraestrutura verde tendem a concentrar maiores níveis de desconforto térmico, evidenciando que o clima urbano também se configura como um vetor de injustiça ambiental. Assim, a segregação climática emerge como expressão concreta de desigualdades históricas na ocupação do território, nas quais populações socialmente vulneráveis são desproporcionalmente expostas aos impactos ambientais negativos (Junior *et al.*, 2013).

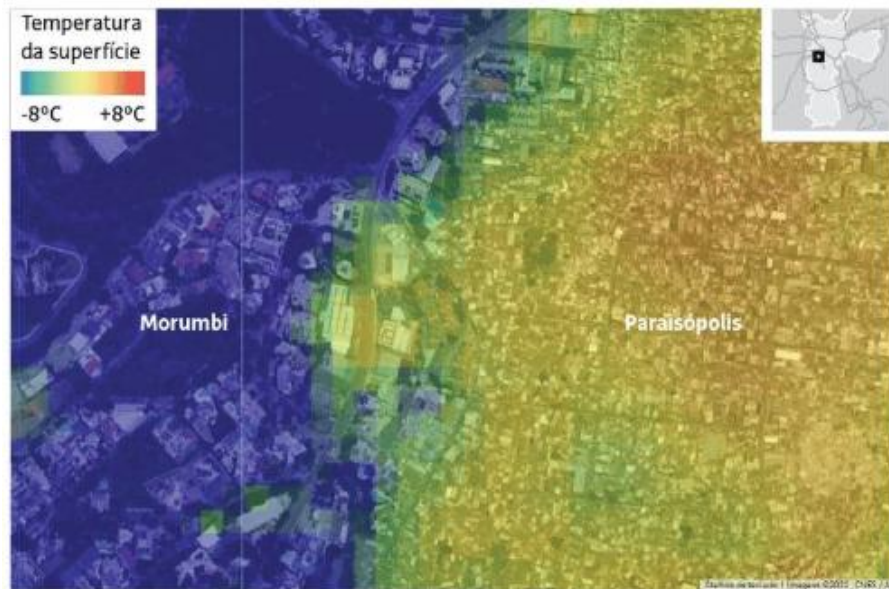
A relação entre calor excessivo, mortalidade em ondas de calor e vulnerabilidade de idosos e crianças indica que o fenômeno das ilhas de calor representa não apenas um desafio ambiental, mas também um problema de saúde global. Outro ponto a ser destacado é que as temperaturas elevadas em áreas urbanas podem aumentar significativamente a incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares (Galeazzi; Corbella; Drach, 2020).

Além dos impactos físicos e sanitários, as ilhas de calor urbanas expõem um componente social estruturante: a desigualdade no acesso a recursos de qualidade de vida. Enquanto bairros de maior renda tendem a concentrar áreas verdes, arborização, infraestrutura adaptada, espaço físico adequado e melhor qualidade dos materiais nas construções, regiões de menor poder aquisitivo carecem dessas condições, tornando-se mais suscetíveis aos efeitos do calor. Essa desigualdade espacial aprofunda disparidades urbanas e acentua processos de segregação socioambiental (Junior *et al.*, 2013).

2.7 MORUMBI X PARAISÓPOLIS: O CONTRASTE DA DESIGUALDADE

O contraste entre Morumbi e Paraisópolis, em São Paulo, é frequentemente citado como um exemplo paradigmático da segregação urbana e socioambiental no Brasil. Apesar da proximidade geográfica, esses dois territórios revelam abismos sociais, econômicos e ambientais, como demonstram estudos comparativos que analisam desigualdades entre bairros. Essa proximidade espacial de riqueza e pobreza evidencia que a segregação não se limita ao acesso à infraestrutura, mas também se manifesta na exposição diferenciada a fenômenos ambientais como as ilhas de calor, demonstrado em um mapa de calor na Figura 2, aprofundando desigualdades urbanas historicamente construídas (Folha de São Paulo, 2024).

Figura 2: Mapa de Calor evidenciando a diferença de temperatura no Morumbi e Paraisópolis



Fonte: Folha de São Paulo, 2024.

No Morumbi, observa-se a presença de áreas verdes preservadas, infraestrutura urbana planejada e edificações que favorecem ventilação e conforto térmico. Já em Paraisópolis, a realidade é marcada pelo adensamento populacional, pela carência de espaços arborizados e pela precariedade de moradias, fatores que intensificam a exposição ao calor extremo e aos efeitos das ilhas de calor. Essa disparidade revela como a configuração espacial da cidade reflete diretamente nas condições ambientais de seus habitantes, reforçando que a qualidade de vida urbana não é igualmente garantida a todos (Folha de São Paulo, 2024).

O padrão espacial das ilhas de calor em São Paulo acompanha os marcadores de renda e segregação socioespacial. Almeida e Ribeiro (2024) demonstram que as regiões mais vulneráveis não apenas sofrem com maiores temperaturas, mas também apresentam menor capacidade de resposta adaptativa, seja pela ausência de infraestrutura urbana adequada, seja pela falta de políticas públicas voltadas à mitigação. Nesse sentido, a desigualdade térmica torna-se um indicador concreto da desigualdade social, funcionando como um

“termômetro” das disparidades entre os grupos que compartilham o mesmo espaço urbano, mas vivem realidades radicalmente distintas.

Assim, a comparação entre Morumbi e Paraisópolis pode ser entendida como uma atualização contemporânea de processos históricos de segregação. Ao apontar esses contrastes, Velasco (2025) evidencia que a segregação socioambiental não é um efeito colateral apenas do urbanismo, mas sim um produto estruturado por dinâmicas políticas, econômicas e sociais. Compreender esse fenômeno exige integrar a análise ambiental ao debate sobre justiça social, evidenciado principalmente por desigualdades estruturais e históricas.

Compreender a segregação socioambiental exige o diálogo entre diferentes perspectivas teóricas e metodológicas. O estudo de caso se revela como recurso investigativo e pedagógico capaz de aproximar teoria e prática, permitindo explorar situações concretas de desigualdade. Os mapas mentais, por sua vez, ampliam a organização do conhecimento e estimulam conexões críticas entre variáveis sociais e ambientais. A integração entre métodos qualitativos e quantitativos reforça a robustez das análises, unindo a dimensão subjetiva da experiência humana à objetividade dos dados, potencializando o estudo teórico e a análise crítica de dados e informações reais.

SEGUNDA PARTE

Artigo 1 - Elaborado conforme a norma NBR 6022	
Título do artigo:	Segregação climática: uma abordagem pedagógica para a investigação da desigualdade socioambiental
Autores:	Eduardo Melo de Andrade Silva



ARTIGO 1: SEGREGAÇÃO CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA A INVESTIGAÇÃO DA DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL

ARTICLE TITLE: CLIMATE SEGREGATION: A PEDAGOGICAL APPROACH TO INVESTIGATING SOCIO-ENVIRONMENTAL INEQUALITY

Eduardo Melo de Andrade Silva

<https://orcid.org/0000-0003-2610-5874>

Resumo: O presente trabalho investiga a segregação climática como uma manifestação das desigualdades socioambientais no espaço urbano, com foco em sua abordagem no contexto do ensino médio. A pesquisa foi desenvolvida a partir da aplicação de uma sequência didática em uma escola pública do município de Passos (MG), envolvendo alunos do ensino médio e utilizando como estudo de caso o contraste entre os bairros Morumbi e Paraisópolis, na cidade de São Paulo. A proposta pedagógica integrou metodologias ativas, como mapas mentais, estudo de caso e matriz de decisão, articulando abordagens qualitativas e quantitativas. Inicialmente, foram trabalhados conceitos relacionados às ilhas de calor urbanas e ao tripé da sustentabilidade, seguidos da análise de dados reais e da construção de representações visuais pelos estudantes. Os resultados evidenciaram o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, que passaram a compreender as relações entre urbanização, desigualdade social e impactos climáticos. A utilização da matriz de decisão contribuiu para a organização e quantificação de informações, favorecendo a tomada de decisão fundamentada. Conclui-se que a integração de estratégias investigativas no ensino de Ciências promove aprendizagem significativa e amplia a capacidade dos estudantes de interpretar e problematizar questões socioambientais contemporâneas.

Palavras-chave: segregação climática; educação ambiental; ilhas de calor; ensino médio; metodologias ativas.

Abstract: The present study investigates climate segregation as a manifestation of socio-environmental inequalities in urban spaces, focusing on its approach in high school education. The research was conducted through the application of a didactic sequence in a public school in the municipality of Passos (MG), involving high school students and using as a case study the contrast between the neighborhoods of Morumbi and Paraisópolis, in the city of São Paulo. The pedagogical proposal integrated active methodologies, such as mind maps, case studies, and decision matrices, combining qualitative and quantitative approaches. Initially, concepts related to urban heat islands and the sustainability tripod were

addressed, followed by the analysis of real data and the construction of visual representations by the students. The results showed the development of students' critical thinking, enabling them to understand the relationships between urbanization, social inequality, and climate impacts. The use of the decision matrix contributed to the organization and quantification of information, supporting informed decision-making. It is concluded that the integration of investigative strategies in science education promotes meaningful learning and enhances students' ability to interpret and critically analyze contemporary socio-environmental issues.

Keywords: climate segregation; environmental education; urban heat islands; high school; active methodologies.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho por meio de uma sequência de aulas foi conduzido em ambiente escolar, especificamente uma escola estadual no município de Passos, estado de Minas Gerais, com uma sala de 30 alunos, no segundo ano do ensino médio matutino na aula de itinerário formativo Emergência Climática Global. Com foco em evidenciar como o fenômeno das ilhas de calor urbanas se relaciona à segregação climática, ou seja, à diferença de temperatura entre territórios socialmente desiguais, ainda que geograficamente próximos, o caso estudado envolveu a análise de duas regiões reais e contrastante – o bairro de Morumbi e a favela de Paraisópolis -representando perfis socioeconômicos distintos, a fim de observar como infraestrutura urbana, cobertura vegetal e padrões construtivos influenciam no microclima local.

A primeira etapa consistiu em uma aula expositiva, na qual foram apresentados os conceitos de ilhas de calor e os aspectos da sustentabilidade – social, ambiental e econômica. Faz-se necessário contextualizar a discussão a fim de se dar uma bagagem teórica sobre os fenômenos que ocorrem no ambiente urbano e, com isso, introduzir o tema da diferença climática entre bairros ricos e pobres, que traduz desigualdades estruturais da urbanização.

Posteriormente, em uma aula mais prática, foi apresentado o estudo de caso com base em dados reais referentes às duas regiões selecionadas. A comparação dos registros de temperatura – por meio da leitura do artigo assinado pela Folha de São Paulo - foi utilizada como evidência para demonstrar como variáveis urbanísticas e sociais produzem efeitos concretos sobre o conforto térmico e a qualidade de vida.

A primeira atividade prática foi solicitada aos alunos. A separação em grupos de 5 pessoas e a confecção – com todas as informações já obtidas em aulas passadas e sua bagagem – de um mapa mental organizando as características dos dois diferentes bairros e, por fim, culminar em um mapa mental elencando as características visíveis em uma imagem aérea e real das áreas do Morumbi e Paraisópolis (Figura 2).



Figura 3: Foto aérea de Paraisópolis, a esquerda, e Morumbi, a direita

Fonte: Folha de São Paulo, 2024.

Cada eixo contou com três elementos principais, organizados de forma visual, com cores e setas para indicar relações entre causa e efeito, bem como a distinção entre soluções imediatas e de longo alcance. Esse recurso pedagógico favoreceu a compreensão do fenômeno, ao mostrar como desigualdade social, urbanização desordenada e clima se entrelaçam na produção de injustiças ambientais.

Após essa etapa, foi proposto aos alunos que discutissem e elencassem medidas que melhorariam o clima em Paraisópolis e que seriam efetivas e de implementação mais rápida diminuição dos efeitos da segregação climática em curto prazo. A análise destes resultados foi realizada de forma qualitativa, valorizando não apenas os dados de temperatura, mas também a capacidade de os relacionar a contextos sociais e urbanos.

Na próxima aula de aplicação do trabalho, foi apresentado uma ferramenta quantitativa, a matriz de decisão, que envolvia características do local e outra matriz que levava em consideração o impacto dessas características no contexto regional. O princípio da aula foi expositivo trazendo o conceito de multiplicação de matrizes e a avaliação do resultado concreto advindo da matemática para perceber, de forma numérica, a diferença entre uma região e

outra. Por fim, foi pedido que os alunos se reunissem em seus grupos e montassem – com outras características elencadas – uma nova matriz decisão.

Por fim, no último encontro do desenvolvimento do trabalho – até pensando em ser uma aula mais leve e tranquila para finalização – foi proposto que se separassem em dois grupos e confeccionassem um desenho cada grupo a respeito do entendimento das consequências de um mundo sustentável e outro em que esse tema fosse ignorado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da intervenção consistiu na construção de mapas mentais sobre a segregação climática. Cada grupo organizou visualmente suas percepções sobre causas, evidências, efeitos e ações possíveis para mitigar o problema, com foco no contraste entre Morumbi e Paraisópolis. O processo revelou tanto o potencial criativo dos estudantes quanto a diversidade de olhares sobre o fenômeno. Ao final, todos os mapas individuais foram consolidados em um único mapa mental no quadro branco (Figura 4), permitindo a integração das ideias e a ampliação coletiva do repertório, já que os grupos acrescentaram informações que não haviam registrado inicialmente.

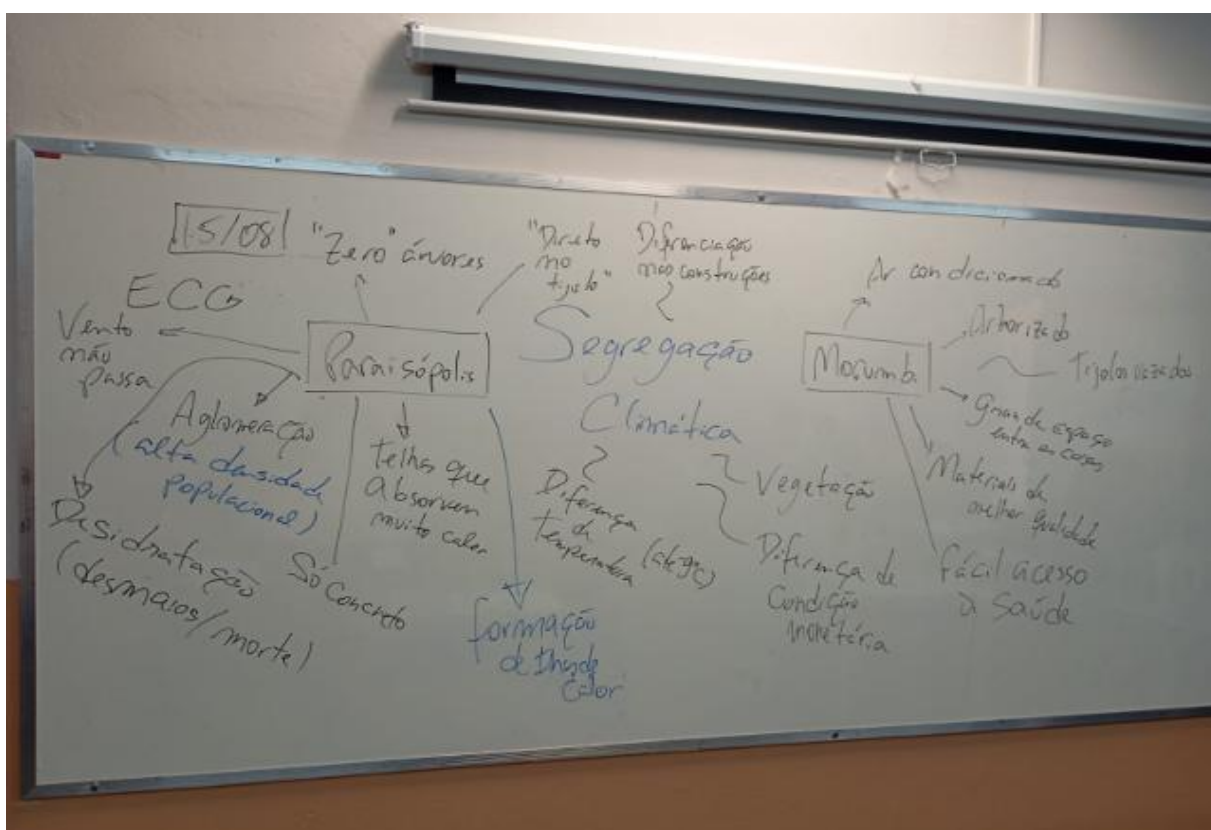


Figura 4: Mapa Mental confeccionado no quadro da sala – Características da Segregação Climática de Paraisópolis x Morumbi (Análise Qualitativa)

Fonte: O Autor, 2025.

Esse resultado confirma as análises de Merchie e Keer (2012) e Stokhof *et al.* (2017), que demonstram como mapas mentais favorecem a sistematização de conhecimentos e promovem maior engajamento crítico. Além disso, como argumenta Eppler (2006), a visualização gráfica das relações entre conceitos fortalece a aprendizagem colaborativa.

Na segunda etapa, os estudantes trabalharam com a matriz de decisão impacto x probabilidade, elencando características climáticas e socioeconômicas que influenciam a segregação térmica. A multiplicação dos valores atribuídos permitiu hierarquizar os problemas e priorizar ações de enfrentamento (Figura 5). O exercício foi importante não apenas pelo resultado numérico, mas pelo processo de reflexão crítica sobre os critérios utilizados, o que reforça a necessidade de metodologias mistas para capturar dimensões objetivas e subjetivas do fenômeno. Esse resultado converge com a defesa de Rodrigues, Oliveira e Santos (2021) que ressaltam a importância da integração entre análises quantitativas e qualitativas para maior robustez na investigação.

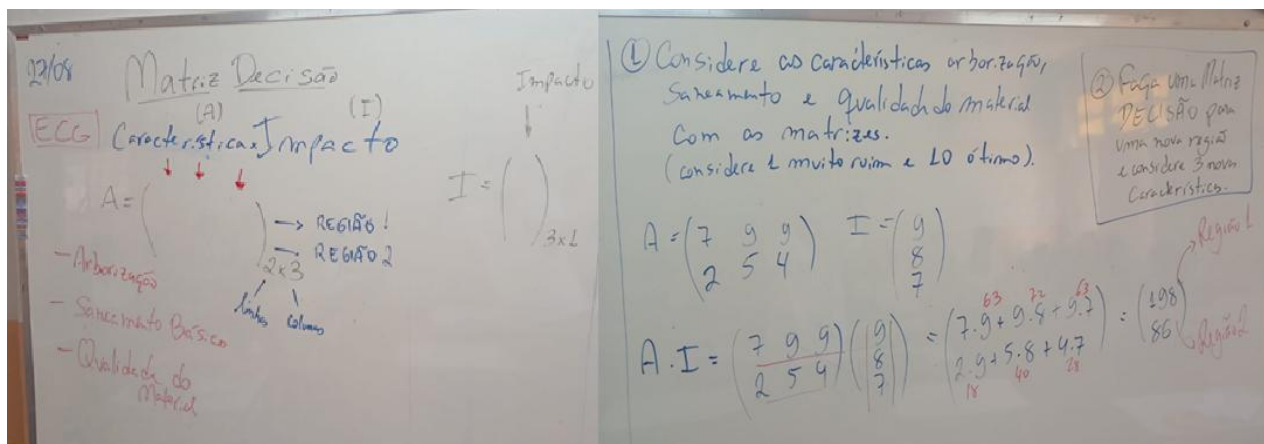


Figura 5 Matriz Decisão confeccionada no quadro da sala - Características x Impacto de Paraisópolis x Morumbi (Análise Quantitativa).

Fonte: O Autor, 2025.

A etapa final consistiu em uma roda de debate, na qual os grupos avaliaram a dinâmica em sua totalidade e refletiram sobre os resultados obtidos. A discussão revelou consciência crescente sobre os vínculos entre desigualdade

socioeconômica, infraestrutura urbana e vulnerabilidade climática. Os estudantes destacaram, como era esperado na aplicação da dinâmica, a diferença na exposição ao calor extremo em comunidades como Paraisópolis quando comparadas a áreas mais privilegiadas, como o Morumbi.

Esse ponto dialoga diretamente com os achados de Vasquez, Melo e Bacury (2022), que evidenciam como a segregação térmica acompanha marcadores de renda e de acesso a infraestrutura. De forma semelhante, a análise crítica dos alunos corrobora a perspectiva de Purvis, Mao e Robinson (2019) sobre a interdependência dos três pilares da sustentabilidade, mostrando que o problema não pode ser compreendido apenas pela dimensão ambiental, mas precisa integrar também aspectos sociais e econômicos.



Figura 6: Desenhos contrastantes de sustentabilidade (a) Grupo 1: O Globo; (b) Grupo 2: A cidade

Fonte: O Autor, 2025.

A análise dos desenhos produzidos pelos estudantes evidencia diferenças significativas na forma como percebem ambientes urbanos sustentáveis e não sustentáveis. Enquanto as representações associadas à sustentabilidade destacam a presença de áreas verdes, espaços abertos e equilíbrio entre construções e natureza, os desenhos que retratam contextos não

sustentáveis enfatizam o adensamento urbano, a ausência de vegetação e a sensação de desconforto térmico. Esses resultados revelam que os alunos conseguem estabelecer relações claras entre organização do espaço urbano e qualidade ambiental, corroborando a literatura que aponta o papel da educação ambiental na construção de percepções críticas sobre justiça climática e segregação socioambiental.

Entre os materiais analisados, destacam-se os dois desenhos produzidos pelos grupos, apresentados na Figuras 6 (a e b), que sintetizam de forma simbólica as reflexões construídas ao longo das atividades investigativas.

A Figura 6a representa uma visão integrada do planeta Terra, no qual coexistem elementos de cuidado ambiental e sinais de degradação. Observa-se a presença de crianças posicionadas sobre o globo, associadas a símbolos de afeto e responsabilidade, enquanto a porção inferior do planeta apresenta fissuras, calor intenso e chamas, remetendo ao aquecimento global e aos efeitos da ação humana sobre o ambiente. Tal leitura dialoga com a perspectiva do tripé da sustentabilidade, ao sugerir que a dimensão ambiental está intrinsecamente vinculada à dimensão social, especialmente quando se considera a responsabilidade coletiva na mitigação dos impactos climáticos (Elkington, 1994; Purvis; Mao; Robinson, 2019).

Já a Figura 6b explicita a contraposição entre dois modelos de organização espacial e ambiental. À esquerda do desenho, observa-se um ambiente caracterizado por áreas verdes, cursos d'água preservados e equilíbrio entre os elementos naturais, enquanto, à direita, predominam edificações densas, poluição atmosférica, ausência de vegetação e sinais de degradação ambiental. Essa dicotomia visual revela que os estudantes foram capazes de associar diretamente a qualidade ambiental ao planejamento urbano, à presença de infraestrutura verde e à forma como o espaço é socialmente produzido. Tal percepção está alinhada aos estudos sobre ilhas de calor urbanas, que apontam que áreas com maior densidade construtiva e menor cobertura vegetal tendem a apresentar temperaturas mais elevadas, afetando desproporcionalmente

populações socialmente vulneráveis (Fialho, 2012; Galeazzi; Corbella; Drach, 2020).

A análise desses desenhos indica que os alunos internalizaram a ideia de que a segregação climática não se limita a um fenômeno natural, mas é resultado de processos históricos, sociais e econômicos que moldam o espaço urbano. A oposição entre os dois cenários representados na Figura 6 pode ser interpretada como uma tradução visual do contraste discutido no estudo de caso entre Morumbi e Paraisópolis, no qual territórios geograficamente próximos apresentam condições térmicas e ambientais profundamente desiguais. Essa associação evidencia a capacidade dos estudantes de transpor dados e análises quantitativas para representações simbólicas.

Em síntese, os resultados obtidos confirmam que a utilização de metodologias ativas e interdisciplinares no ensino básico favorece aprendizagens mais significativas. O estudo de caso aplicado em sala, aliado a ferramentas analíticas e visuais, revelou-se um possível caminho eficaz para discutir temas mais abrangentes, atuais e complexos no contexto escolar.

5. CONCLUSÃO

A análise da segregação climática, compreendida como desdobramento das desigualdades socioambientais no espaço urbano, permitiu evidenciar que a distribuição dos impactos térmicos não ocorre de forma aleatória, mas está intrinsecamente vinculada às dinâmicas de ocupação do território, à disponibilidade de infraestrutura e às condições socioeconômicas. Ao transpor essa problemática para o contexto do ensino médio, verificou-se que a adoção de metodologias investigativas favoreceu a construção de uma leitura crítica da realidade, na medida em que os estudantes passaram a articular variáveis ambientais e sociais na interpretação de fenômenos urbanos. Nesse processo, o uso de instrumentos como mapas mentais e matriz de decisão operou não apenas como recurso didático, mas como dispositivo analítico, permitindo a organização de informações complexas e a integração entre dimensões qualitativas e quantitativas, o que amplia o papel da matemática para além do cálculo, situando-a como ferramenta de análise socioambiental.

Sob a perspectiva formativa, os resultados indicam que a mobilização de estratégias ativas potencializa o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual, ainda que sua implementação esteja condicionada a limites estruturais, como o tempo pedagógico disponível e o repertório prévio dos estudantes. Tais condicionantes, somados ao recorte empírico restrito e à utilização de dados não diretamente vinculados ao território dos participantes, delimitam o alcance das inferências produzidas. Ainda assim, o estudo contribui ao demonstrar a viabilidade de integrar conteúdos científicos, ferramentas analíticas e problemáticas contemporâneas no ensino, abrindo possibilidades para investigações futuras que incorporem escalas locais e recursos digitais. Nesse sentido, a abordagem da segregação climática se consolida como eixo articulador entre ciência, educação e realidade social, favorecendo a formação de sujeitos capazes de compreender criticamente as dinâmicas socioambientais e de se posicionar frente às desigualdades que estruturam o espaço urbano.

TERCEIRA PARTE

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVA FUTURA

O desenvolvimento da pesquisa evidenciou pontos positivos que reforçam sua relevância pedagógica. Em primeiro lugar, destacou-se o bom nível de engajamento dos alunos nas atividades propostas – principalmente nos últimos horários do dia letivo - o que demonstra que a combinação de estudo de caso e mapas mentais reforçada com a matriz de decisão possibilita um aprendizado mais dinâmico e significativo. Essa abordagem mostrou-se especialmente interessante para tratar de temas atuais, como a segregação climática, de uma forma em que foi exigido interdisciplinaridade. Esta, neste caso, não foi apenas um recurso metodológico, mas uma necessidade para compreender a relação entre urbanização, desigualdade social e vulnerabilidade ambiental (que está diretamente ligado ao tripé da sustentabilidade).

Outro ponto positivo a ser destacado foi a capacidade das atividades de promover o desenvolvimento do pensamento crítico. Os alunos, como era proposto, não se limitaram a somente receber informações passivamente, mas construíram, de forma prática, interpretaram e compartilharam conhecimento de forma ativa. Entretanto, algumas limitações devem ser reconhecidas e podem orientar pesquisas futuras. A principal delas diz respeito ao recorte da pesquisa: os resultados foram obtidos em um contexto escolar específico e em um período limitado de tempo, o que restringe a possibilidade de generalizações. Além disso, a ausência de acompanhamento contínuo pode impedir a análise de impactos mais duradouros. Outro desafio foi a não transformação dos debates e ideias em ações concretas na comunidade em que estão inseridas.

Nesse sentido, perspectivas futuras podem incluir o uso do estudo de caso, trazendo dados regionais, possivelmente até municipais da pesquisa em diferentes contextos escolares, abrangendo realidades urbanas e rurais de Minas Gerais, para verificar como variáveis socioeconômicas e geográficas influenciam os resultados. Outra proposta que pode ser realizado é a elaboração de materiais

pedagógicos que possam servir como cartilha e guias professores interessados em implementar metodologias semelhantes, ampliando o alcance das práticas e fortalecendo sua aplicabilidade no ensino básico. Além disso, pode-se pensar em utilizar—se de elementos de gamificação para potencializar o engajamento – por meio de competição saudável - dos estudantes, favorecendo a integração entre recursos tradicionais e inovadores.

Finalmente, reforça-se que a segregação climática não é apenas uma questão ambiental, mas um reflexo direto das desigualdades sociais e territoriais. Ao levar esse tema para a sala de aula por meio de metodologias ativas, a pesquisa contribui para que os estudantes não apenas compreendam o problema, mas se reconheçam como participantes de uma temática que é muito além de somente teoria, mas algo real e que abrange uma população, uma nação e um contexto, como todo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. L. B.; RIBEIRO, F. N. D. Multivariate analysis of the urban heat island of the metropolitan area of Sao Paulo, Brazil. (Revista Brasileira de Meteorologia, vol. 39, 2024).

ARAUJO, H. L.; ARAUJO, L. M. B.; FERREIRA, A. A. O uso das perspectivas de pesquisa quantitativa e qualitativa em pesquisas educacionais. (Revista Observatorio de la economia latinoamericana, vol. 22, nº 6, p. 01-16, 2024).

CHRISTOPHER, A. J. Urban segregation in post-apartheid South Africa. (Urban Studies, vol. 38, nº 3, p. 449–466, 2001).

ELKINGTON, J. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium. (Australian CPA, vol. 69, p. 75, 1994).

EPPLER, M. J. A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. (Information Visualization, vol. 5, p. 202-210, 2006)

FIALHO, E. S. Ilhas de calor: reflexões acerca de um conceito. (ACTA Geográfica, p. 61-76, 2012).

FOLHA DE SÃO PAULO. Paraisópolis é 9°C mais quente que o Morumbi durante ondas de calor, 2024. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2024/09/paraisopolis-e-ate-90c-mais-quente-que-o-morumbi-durante-ondas-de-calor.shtml>> Acessado em 10 de agosto de 2025. GALEAZZI, C. H.; CORBELL, O; DRACH, P. O mar virou sertão? Um estudo sobre ilhas de calor no Complexo da Maré. (O social em questão, vol. 23, nº 48, p. 267-294, 2020).

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. (Revista de Administração de Empresas, vol. 35, nº 1, p. 20-29, 1995).

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. (São Paulo: Atlas, 2012).

- JUNIOR, J. A. S.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém, PA. (Revista Brasileira de Meteorologia, vol. 28, nº 4, p. 419-428, 2013).
- KAHRIMANIS, G.; TOPUZ, E.; ULUTAŞ, A. Decision-making matrices in environmental impact assessment: a multi-criteria approach. (Environmental Impact Assessment Review, vol. 84, 2020).
- LAY, D. C.; LAY, S. R.; McDONALD, J. J. Álgebra linear e suas aplicações. (Rio de Janeiro: LTC, 2018).
- MENEZES, M. A. A Do método de caso ao case: a trajetória de uma ferramenta pedagógica. Educação e Pesquisa. vol. 35, nº 1, p. 129-143, 2009.
- MERCHIE, E.; KEER, H. V. Spontaneous Mind Map use and learning from texts: The role of instruction and student characteristics. (Procedia – Social and Behavioral Sciences, vol. 69, p. 1387-1394, 2012).
- MINNITI, L. F. S.; MELO JR, J. S. M.; OLIVEIRA, R. D.; SALES, J. A. A. The use of case studies as a teaching method in Brazil. (Procedia – Social and Behavioral Sciences, vol. 237, p. 373-377, 2017).
- OLIVEIRA, L. R.; MEDEIROS, R. M.; TERRA, P. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. (Produção, vol. 22, nº 1, p. 70-82, 2012).
- PURVIS, B; MAO, Y; ROBINSON, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. (Sustainability Science, vol. 14, p. 681-695, 2019).
- RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. (Revista Prisma, vol. 2, nº 1, p. 154-174, 2021).
- STOKHOF, H.; VRIES, B.; BASTIENS, T.; MARTENS, R. Mind map our way into Student Questioning: a Principle-Based Scenario (Res Sci Educ, vol. 49, p. 347-369, 2017).
- VASQUEZ, A. G.; MELO, L. B. P.; BACURY, G. R. Estudo de caso como caminho investigativo na pesquisa em Educação. (Research, society and development, vol. 11, nº 13, 2022).

VELASCO, S. M. Mudanças climáticas, segregação e vulnerabilidade no Brasil, 2025. Disponível em: <<https://cidacs.bahia.fiocruz.br/2025/05/27/mudancas-climaticas-segregacao-e-vulnerabilidades-no-brasil/>>. Acessado em 20 de agosto de 2025.

ZHOU, Y.; ZHOU, Y.; MACHTMES, K. Mixed methods integration strategies used in education: A systematic review. (Methodological Innovations, vol. 17, nº 1, p. 41-49, 2023.