

VALIDAÇÃO GEOMÉTRICA E NORMATIVA: O USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NA MEDIDAÇÃO DA INCLINAÇÃO DE RAMPA EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE CAMPO MAIOR, PIAUÍ

GEOMETRICAL AND NORMATIVE VALIDATION: THE USE OF MATHEMATICAL MODELING IN MEASURING THE RAMP SLOPE AT A MUNICIPAL SCHOOL IN CAMPO MAIOR, PIAUÍ

VALIDACIÓN GEOMÉTRICA Y NORMATIVA: EL USO DEL MODELADO MATEMÁTICO EN LA MEDICIÓN DE LA INCLINACIÓN DE UNA RAMPA EN UNA ESCUELA MUNICIPAL DE CAMPO MAIOR, PIAUÍ

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-079>

Data de submissão: 09/11/2025

Data de publicação: 09/12/2025

Antonio Marcos de Lima Miranda
Mestrando
Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI
E-mail: marcosipaporanga@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-3377-5050>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7097428312326260>

Antônio Ribeiro Silva Neto
Mestrando
Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI
E-mail: ribe007@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-9451-3681>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4398053124486557>

Marlus Conceição Rodrigues
Mestrando
Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI
E-mail: professormarlusrodrigues@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5432-2296>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0547938041038910>

Niltomar da Costa Moura
Mestrando
Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI
E-mail: profnil2017@gmail.com
Orcid: <https://www.orcid.org/000900033943149X>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3129895588061490>

Reis José da Silva Filho

Mestrando

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: reyssilva88@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-6417-2082>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0133893671035344>

Roberto Arruda Lima Soares

Doutor

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: robertoarruda@ifpi.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1892-7499>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1879372586397379>

Ronaldo Campelo da Costa

Doutor

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: ronaldocampelo@ifpi.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1892-7499>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1879372586397379>

Vanessa Araujo Sales

Mestranda

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: vanessaraubo687@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6731-1734>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6857534093539595>

RESUMO

Este artigo apresenta uma investigação sobre a inclinação de rampas de acessibilidade em uma escola municipal de Campo Maior, Piauí, articulando a Modelagem Matemática como ferramenta pedagógica e de validação geométrica. A análise foi realizada pelos estudantes a partir de medições de altura e comprimento das rampas, confrontando os resultados com os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2020. O estudo evidenciou que ambas as rampas avaliadas apresentam inclinações superiores ao limite permitido pela norma, revelando situações de não conformidade e a necessidade de adaptações estruturais para garantir segurança e autonomia aos usuários. A experiência, além de possibilitar um diagnóstico técnico real do espaço escolar, demonstrou o potencial da Modelagem Matemática para promover aprendizagens significativas, desenvolver o pensamento crítico e ampliar a consciência dos estudantes sobre temas relacionados à acessibilidade e inclusão social. O trabalho reforça a relevância de integrar problemas do cotidiano ao ensino de Matemática, tornando o processo educacional mais contextualizado e socialmente comprometido.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Acessibilidade. NBR 9050. Inclinação de Rampa. Ensino de Matemática.

ABSTRACT

This article presents an investigation into the slope of accessibility ramps in a municipal school in Campo Maior, Piauí, Brazil, using Mathematical Modeling as a pedagogical and geometric validation tool. The analysis was carried out by students based on measurements of the height and length of the

ramps, comparing the results with the parameters established by ABNT NBR 9050:2020. The study showed that both ramps evaluated have slopes exceeding the limit allowed by the standard, revealing non-conformities and the need for structural adaptations to ensure safety and autonomy for users. The experience, in addition to providing a real technical diagnosis of the school space, demonstrated the potential of Mathematical Modeling to promote meaningful learning, develop critical thinking, and broaden students' awareness of issues related to accessibility and social inclusion. The work reinforces the relevance of integrating everyday problems into mathematics teaching, making the educational process more contextualized and socially committed.

Keywords: Mathematical Modeling. Accessibility. NBR 9050. Ramp Slope. Mathematics Teaching.

RESUMEN

Este artículo presenta una investigación sobre la inclinación de rampas de accesibilidad en una escuela municipal de campo maior, piauí, articulando la modelación matemática como herramienta pedagógica y de validación geométrica. El análisis fue realizado por los estudiantes a partir de mediciones de altura y longitud de las rampas, confrontando los resultados con los parámetros establecidos por la norma abnt nbr 9050:2020. El estudio evidenció que ambas rampas evaluadas presentan inclinaciones superiores al límite permitido por la norma, revelando situaciones de no conformidad y la necesidad de adaptaciones estructurales para garantizar la seguridad y la autonomía de los usuarios. La experiencia, además de posibilitar un diagnóstico técnico real del espacio escolar, demostró el potencial de la modelación matemática para promover aprendizajes significativos, desarrollar el pensamiento crítico y ampliar la conciencia de los estudiantes sobre temas relacionados con la accesibilidad y la inclusión social. El trabajo refuerza la relevancia de integrar problemas del cotidiano en la enseñanza de la matemática, haciendo el proceso educativo más contextualizado y socialmente comprometido.

Palabras clave: Modelación Matemática. Accesibilidad. NBR 9050. Inclinación de Rampa. Enseñanza de la Matemática.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo discute o uso da Modelagem Matemática como abordagem de ensino e pesquisa para a análise crítica da infraestrutura escolar no que se refere à acessibilidade. A investigação concentra-se na medição e avaliação da inclinação de rampas de acesso em uma escola municipal de Campo Maior – PI, confrontando os valores encontrados com os parâmetros técnicos definidos pela Norma Brasileira de Regulamentação (ABNT NBR 9050:2020). Parte-se do pressuposto de que a Matemática, quando utilizada para representar, interpretar e explicar situações concretas, constitui uma ferramenta potente para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a formação de um cidadão consciente de seu papel social, alinhando-se aos objetivos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesse cenário, a Modelagem Matemática ultrapassa a simples aplicação de fórmulas, configurando-se como um processo contínuo de tradução entre a complexidade da realidade e a precisão da linguagem matemática.

Pesquisas recentes reforçam essa perspectiva, evidenciando que atividades de modelagem contribuem significativamente para o desenvolvimento cognitivo e investigativo dos estudantes. Em uma revisão sistemática abrangendo produções contemporâneas, Tasarib et al. (2025) demonstram que a modelagem matemática favorece a autonomia intelectual, a resolução de problemas e a compreensão conceitual profunda, além de promover maior engajamento nas aulas. No contexto da educação inclusiva, estudos têm mostrado que a modelagem pode ampliar a percepção dos estudantes sobre desigualdades estruturais, especialmente quando aplicada a problemas reais do ambiente escolar, como condições de acessibilidade (Coelho; Góes, 2024).

De modo complementar, pesquisas na área de Educação Matemática Crítica apontam que a modelagem tem potencial de fomentar reflexões sobre justiça social, tornando os estudantes agentes ativos na identificação e proposição de soluções para problemas reais. Bertol et al. (2023) destacam que, ao investigar fenômenos concretos — como rampas, circulação, mobilidade e ergonomia — os alunos passam a compreender a matemática como instrumento de transformação social. Nesse sentido, o presente estudo reforça a relevância de aliar a modelagem matemática ao debate sobre acessibilidade escolar, contribuindo tanto para a formação cidadã quanto para a melhoria das condições estruturais das instituições de ensino.

O objetivo central deste estudo consiste em demonstrar de que modo o problema concreto da acessibilidade física — em especial a verificação da conformidade geométrica das rampas — pode ser traduzido em um modelo matemático analítico e mensurável, fundamentado em conceitos de Geometria e Trigonometria. A rampa é representada como um triângulo retângulo, cuja inclinação i é obtida pela razão entre o desnível vertical (H) e a projeção horizontal (L), permitindo a quantificação

precisa do seu grau de inclinação.

A metodologia empregada estrutura-se nas etapas clássicas do ciclo da Modelagem Matemática — Observação, Coleta de Dados, Matematização, Confronto com a Norma e Validação. Esse procedimento, além de conferir rigor à análise, promove a participação ativa dos estudantes no processo de mensuração e interpretação dos dados. A partir dessa abordagem, o estudo não apenas examina o nível de conformidade da infraestrutura escolar às recomendações técnicas da ABNT NBR 9050:2020 — que estabelece o limite máximo de 8,33% de inclinação para rampas acessíveis — como também evidencia a articulação entre conhecimentos matemáticos abstratos (razão, proporção e porcentagem) e questões sociopolíticas relevantes, tais como o direito à autonomia, à mobilidade e à segurança das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Os resultados provenientes da coleta de dados realizada *in loco* permitem verificar, de maneira objetiva, a não conformidade das rampas da instituição analisada, evidenciando a necessidade imediata de intervenções estruturais para adequação aos parâmetros técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2020. Para além do diagnóstico físico-estrutural, essa atividade investigativa reafirma o potencial da Modelagem Matemática como uma abordagem pedagógica robusta, capaz de articular teoria, prática e reflexão crítica.

Ao envolver os estudantes nas etapas de mensuração, registro e interpretação de dados, a metodologia promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, da autonomia intelectual e da capacidade de análise contextualizada. Assim, o processo formativo transcende a resolução mecânica de problemas, inserindo a Matemática em uma perspectiva de leitura crítica da realidade social e de compreensão das desigualdades vinculadas à acessibilidade.

Desse modo, conclui-se que a Modelagem Matemática constitui um instrumento pedagógico significativo e insubstituível, contribuindo para uma aprendizagem ativa e socialmente situada. Sua aplicação fortalece o compromisso da escola com a formação cidadã, promovendo práticas inclusivas e alinhadas aos princípios de equidade e justiça social.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Modelagem Matemática pode ser usada para explicar muitas situações do dia a dia. Ela atua como um processo que possibilita a conversão de situações complexas do mundo real (como planejar finanças, calcular o tempo de viagem ou dimensionar uma estrutura) para a linguagem exata da Matemática.

No Brasil, a Modelagem Matemática começou a ganhar destaque a partir da década de 1970, em um contexto de busca por metodologias de ensino mais próximas da realidade dos alunos. As

primeiras experiências sistematizadas surgiram com o trabalho de Biembengut e Hein (2000), que entendem a modelagem como um processo de construção do conhecimento voltado à compreensão da realidade. Segundo os autores, “Modelar é um processo que consiste em elaborar um modelo para um problema ou situação real, tendo em vista compreendê-lo melhor e encontrar soluções” (Biembengut; Hein, 2000, p. 11).

Além disso, eles afirmam que a Modelagem Matemática: “permite ao aluno desenvolver o raciocínio, a criatividade e a capacidade de interpretar situações reais sob a ótica da Matemática” (Biembengut; Hein, 2000, p. 45). Essa concepção reforça o caráter investigativo e interdisciplinar da modelagem, aproximando-a de um ensino que valoriza o protagonismo do estudante.

Na mesma linha, Burak (1992) propõe a Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa para o ensino da disciplina, com foco na participação ativa do aluno e na relação entre a Matemática e o contexto social. Segundo o autor:

A modelagem é uma alternativa metodológica para o ensino de Matemática, uma vez que possibilita o desenvolvimento de atividades em que o aluno participa ativamente, construindo e aplicando o conhecimento matemático. Além disso, por meio dessa abordagem, o estudante se envolve com situações significativas, que o levam à reflexão, à formulação de hipóteses e à busca de soluções, aproximando o conteúdo matemático de sua realidade e favorecendo uma aprendizagem mais crítica e contextualizada. (Burak, 1992, p. 68).

Ainda com Burak (2004), aprofunda essa perspectiva ao destacar que a modelagem é um processo contínuo e reflexivo de tradução da realidade para a linguagem matemática. Nessa obra, o autor define:

Modelar é traduzir situações-problema do cotidiano em linguagem matemática, interpretá-las e, depois, relacionar as soluções obtidas ao contexto inicial. Esse processo exige que o aluno atribua significado aos dados e fenômenos observados, estabeleça relações entre diferentes elementos da situação estudada e utilize a matemática como instrumento de compreensão da realidade. Assim, a modelagem ultrapassa a mera resolução mecânica, permitindo que o estudante perceba a utilidade e a aplicabilidade dos conceitos matemáticos em situações concretas e socialmente relevantes. (Burak, 2004, p. 25).

Esses estudos consolidaram a vertente educacional da Modelagem Matemática no Brasil, diferenciando-a da vertente puramente técnica ou aplicada, predominante até então nas universidades. A partir desse movimento, a Modelagem passou a ser incorporada aos currículos escolares e aos programas de formação de professores, influenciando de maneira significativa o modo como a Matemática é ensinada e aprendida no país.

A modelagem é entendida, em sua essência, como um ciclo dinâmico e não linear, normalmente organizado em etapas interconectadas, segundo Bassanezi (2002): observação do

problema, matematização ou codificação, resolução no modelo e validação ou decodificação.

Essa linguagem é expressa por meio de fórmulas, funções e relações matemáticas, facilitando a compreensão de um fenômeno. Esse processo permite fazer previsões, testar cenários e tomar decisões mais lógicas e eficientes sobre a situação. Assim, a Modelagem Matemática possibilita o uso da Matemática como uma linguagem universal para representar e administrar a complexidade do mundo.

Nesse contexto, a Modelagem Matemática desempenha um papel fundamental como estratégia pedagógica na Educação Básica, pois cria uma conexão direta entre o conteúdo curricular e as vivências práticas dos estudantes. Essa importância pedagógica converte o aluno de um receptor passivo para um participante ativo na criação do seu próprio saber (Almeida, Silva e Vertuan, 2012).

Diversos especialistas corroboram essa perspectiva. Bassanezi (2002) destaca que a Modelagem Matemática confere à Matemática o papel de instrumento para a compreensão aprofundada e para a intervenção consciente nas problemáticas do mundo real. Paralelamente, Barbosa (2001) amplia essa discussão ao conceber a Modelagem como um ambiente genuíno de investigação e posicionamento crítico, afirmando:

A Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade. Nesse processo, o estudante é instigado a formular perguntas, levantar hipóteses, coletar informações relevantes e propor estratégias matemáticas capazes de representar e interpretar o fenômeno estudado. Trata-se de um ambiente que promove autonomia intelectual, estimula a elaboração de argumentos fundamentados e permite a integração entre diferentes campos do conhecimento, reforçando a Matemática como instrumento de compreensão e intervenção no mundo real. (Barbosa, 2001, p. 6).

Ao favorecer a incorporação significativa dos conhecimentos, a Modelagem Matemática contribui para o desenvolvimento de habilidades transversais essenciais, em plena consonância com as competências gerais e específicas previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa abordagem requer que o estudante mobilize o raciocínio lógico e desenvolva a capacidade de formular, testar e validar hipóteses (Competência Específica de Matemática 2), ao mesmo tempo em que utiliza conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações concretas e orientar tomadas de decisão de forma crítica e consciente diante da realidade social (Competência 5). Ademais, ao demandar a comunicação clara, coerente e rigorosa dos resultados obtidos (Competência 4), a Modelagem fortalece processos de argumentação, justificativa e clareza expositiva.

Dessa forma, a Modelagem Matemática se configura como um componente formativo central para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a construção da autonomia intelectual, permitindo que o estudante se reconheça como sujeito capaz de investigar, diagnosticar e propor

soluções fundamentadas para problemas reais. Nesse sentido, ao se reconhecer a relevância dessa abordagem na análise e solução de questões sociais, estabelece-se uma conexão direta e necessária com a temática da acessibilidade, que igualmente exige procedimentos de mensuração, interpretação de dados e avaliação técnica do ambiente construído. Assim, a Modelagem revela-se não apenas adequada, mas indispensável para a compreensão aprofundada e para a intervenção qualificada em pesquisas que envolvem acessibilidade arquitetônica.

O debate acerca da acessibilidade no Brasil é relativamente novo, ganhando força a partir dos anos 1980, com os primeiros movimentos organizados em prol dos direitos das pessoas com deficiência. A promulgação da Constituição Federal de 1988, por meio do artigo 227, constituiu um marco significativo ao determinar que o poder público e a sociedade têm a obrigação de garantir condições de acesso e integração social para todos os cidadãos. O texto da Constituição estabelece que:

É dever da família, da sociedade e do Estado assegurar à pessoa com deficiência, com absoluta prioridade, o direito à vida, à saúde, à educação, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária. (BRASIL, 1988, art. 227).

Posteriormente, a Lei nº 10.098/2000 instituiu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Segundo o artigo 2º dessa lei, “acessibilidade é a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos” (BRASIL, 2000).

Essa legislação foi complementada pelo Decreto nº 5.296/2004, que detalhou parâmetros técnicos e consolidou a acessibilidade como uma política pública de caráter obrigatório em edificações, espaços e transportes. Como afirma o decreto:

A acessibilidade deve ser assegurada em todas as edificações de uso público ou coletivo, de forma a permitir a utilização autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência ou mobilidade reduzida” (Brasil, 2004, art. 11).

Além disso, a ABNT NBR 9050:2020 fixou padrões técnicos que garantem o uso seguro e autônomo de espaços, mobiliários e equipamentos urbanos. De acordo com a norma:

A acessibilidade proporciona à maior quantidade possível de pessoas a utilização autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos, garantindo que todos — independentemente de suas condições físicas, sensoriais, intelectuais ou mobilidade reduzida — possam usufruir de maneira plena e independente dos espaços e serviços disponíveis. Trata-se de um princípio normativo que orienta a eliminação de barreiras arquitetônicas e a promoção de condições que assegurem igualdade de oportunidades no uso dos ambientes construídos, reforçando o direito ao acesso universal e à inclusão social. (ABNT, 2020, p. 3).

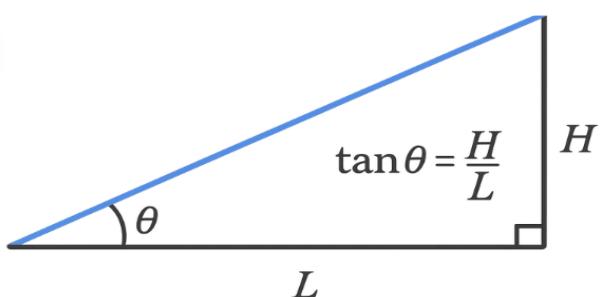
Segundo a própria NBR, o dimensionamento adequado de rampas, corrimãos, pisos e sinalizações é fundamental para eliminar barreiras físicas e promover a inclusão social, assegurando que “as soluções de acessibilidade não devem ser consideradas como elementos adicionais, mas como parte integrante do projeto” (ABNT, 2020, p. 5).

Mais recentemente, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) reafirmou a acessibilidade como um direito fundamental e um dever do Estado e da sociedade. O artigo 3º define que “a acessibilidade é condição que assegura à pessoa com deficiência a utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes e meios de comunicação” (BRASIL, 2015, art. 3º, I).

Esses progressos legais e normativos evidenciam que a acessibilidade vai além do âmbito técnico da engenharia ou da arquitetura, tornando-se uma questão social e ética. “A acessibilidade representa uma conquista civilizatória que reflete o amadurecimento das políticas públicas voltadas à inclusão e ao respeito à diversidade humana”, afirmam Carvalho e Leite (2021, p. 78). Portanto, entender seus princípios históricos e jurídicos é fundamental para qualquer proposta educacional que vise combinar Matemática, cidadania e inclusão.

Sob a ótica dos princípios teóricos da Modelagem Matemática, a avaliação da acessibilidade física é passível de tradução para um modelo analítico e mensurável. Nesse contexto, a geometria viabiliza a transposição da situação-problema real para o domínio matemático, modelando-se a rampa de acesso como um triângulo retângulo (Figura 1).

Figura 1 – Modelo matemático que define a inclinação de uma rampa de acessibilidade para cadeirantes.



Fonte: Produção dos autores (2025).

Nesse modelo matemático, o desnível vertical (H) e a projeção horizontal (L) constituem os catetos do triângulo retângulo que representa a rampa. A inclinação (i) — parâmetro essencial para garantir segurança, conforto e autonomia às pessoas usuárias de cadeira de rodas — é determinada pela razão trigonométrica correspondente à tangente do ângulo de inclinação. Dessa forma, o desafio prático de avaliar a conformidade da infraestrutura é formalizado por meio do seguinte cálculo matemático:

$$i = \frac{H}{L} \times 100\% \quad (1)$$

O modelo matemático elaborado é então confrontado com as exigências normativas, uma vez que a ABNT NBR 9050:2020 estabelece limites máximos de inclinação de rampas de acordo com o desnível a ser vencido. Para a maioria das rampas de pequenas extensões, a norma adota como parâmetro ideal e limite máximo a inclinação de 8,33% (1:12) (ABNT, 2020, p. 57). A articulação entre esses referenciais normativos e os dados obtidos permite realizar um diagnóstico rigoroso sobre as condições de acessibilidade no ambiente escolar.

Em síntese, a revisão de literatura evidencia que a Modelagem Matemática transcende a função de simples conteúdo curricular, consolidando-se tanto como uma estratégia pedagógica robusta quanto como um método de investigação científica. Fundamentada no ciclo dinâmico que articula o real e o abstrato (Bassanezi, 2002), a Modelagem contribui para a formação de sujeitos críticos e dialoga diretamente com as competências previstas na BNCC. Sua capacidade de representar e analisar fenômenos complexos — como a avaliação da acessibilidade física por meio de conceitos geométricos e razões trigonométricas — demonstra sua eficácia na conversão de problemas sociais em indicadores mensuráveis. Assim, a Modelagem Matemática configura-se como um instrumento essencial para avaliar a adequação da infraestrutura escolar e subsidiar decisões fundamentadas sobre condições de inclusão.

3 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida caracteriza-se como aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, ao utilizar a Modelagem Matemática como instrumento para interpretar e analisar uma situação concreta: a inclinação das rampas de acessibilidade em uma escola pública, à luz dos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2020. O caráter descritivo do estudo decorre da observação sistemática das condições estruturais do espaço escolar, sem intervenção direta dos pesquisadores,

mantendo a integridade física do ambiente analisado. De acordo com Barbosa (2023), pesquisas aplicadas que articulam dados empíricos e fundamentos matemáticos têm ganhado centralidade no campo da Educação Matemática por contribuírem tanto para o diagnóstico de problemas reais quanto para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

O estudo foi realizado em uma escola municipal do município de Campo Maior – PI, escolhida por representar um espaço educacional público que, conforme previsto na legislação brasileira, deve garantir condições adequadas de acessibilidade universal. No local foram identificadas duas rampas destinadas ao acesso de pessoas com mobilidade reduzida. A escolha da instituição é coerente com o argumento de Silva e Santos (2024), para quem a investigação da infraestrutura escolar é crucial para avaliar o grau de inclusão física e social promovido pelas redes de ensino, sobretudo no que diz respeito ao cumprimento das normas técnicas de acessibilidade.

Os procedimentos metodológicos adotados corresponderam à estrutura clássica do ciclo de Modelagem Matemática proposta por Bassanezi (2002) e Burak (1992), mas foram adaptados às especificidades da situação real investigada. O processo teve início com a problematização do fenômeno — a inclinação das rampas — seguida da identificação das variáveis relevantes, como o desnível vertical e a projeção horizontal. A etapa subsequente consistiu na construção do modelo matemático que relaciona tais grandezas por meio da razão trigonométrica tangente, representando de forma formalizada o fenômeno físico observado. Segundo Biembengut (2023), a construção de modelos a partir de situações reais favorece a compreensão conceitual e promove a aprendizagem ativa, ao permitir que os estudantes articulem representações matemáticas e práticas sociais.

Em seguida, procedeu-se à análise dos resultados obtidos, comparando-se a inclinação calculada com os parâmetros definidos pela ABNT NBR 9050:2020. Essa etapa desempenha papel fundamental na investigação, pois possibilita confrontar o modelo teórico com a realidade material. Estudos recentes, como o de Ferreira e Albarello (2024), demonstram que a Modelagem Matemática tem sido empregada com sucesso como ferramenta para analisar problemas sociotécnicos no espaço escolar, permitindo o levantamento de indicadores que subsidiam decisões pedagógicas e administrativas.

Para integrar os estudantes ao processo investigativo, foram incorporadas ações pedagógicas alinhadas às etapas da Modelagem Matemática, contribuindo para transformar a análise das rampas em um problema matemático significativo. Essa dimensão formativa está em consonância com pesquisas de Medeiros e Caldeira (2023), que enfatizam o potencial da Modelagem como metodologiaativa para desenvolver competências previstas na BNCC, especialmente quando envolve a interpretação e resolução de problemas derivados do cotidiano. Ao envolver os estudantes na coleta

de dados, construção do modelo e interpretação dos resultados, a pesquisa possibilitou a compreensão da Matemática como prática social, reafirmando as análises apresentadas por Barbosa e Santos (2024) sobre o papel crítico e emancipatório da Modelagem.

Assim, o percurso metodológico adotado permitiu, simultaneamente, a avaliação objetiva das condições de acessibilidade da escola e a promoção de uma abordagem pedagógica que valoriza a investigação, o raciocínio matemático e o compromisso social. A utilização da Modelagem Matemática como eixo metodológico mostrou-se pertinente para converter um problema urbano e arquitetônico em um objeto de estudo formal, contribuindo não apenas para o diagnóstico da infraestrutura escolar, mas também para formação de estudantes mais críticos, conscientes e preparados para utilizar a Matemática como ferramenta de leitura e transformação da realidade.

3.1 OBSERVAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O desenvolvimento da pesquisa iniciou-se com a exploração do espaço escolar pelos estudantes, que foram orientados a observar atentamente as rampas existentes e a identificar possíveis dificuldades relacionadas à acessibilidade. Essa etapa de imersão no ambiente constitui um momento essencial da Modelagem Matemática, pois, conforme argumenta Biembengut (2023), é a partir da observação crítica da realidade que se configuram problemas passíveis de matematização. Durante a atividade, os estudantes foram incentivados a formular questionamentos investigativos que orientassem a análise, tais como: “*Esta rampa atende aos padrões de inclinação estabelecidos pela norma técnica?*” e “*Qual seria a inclinação ideal para garantir maior segurança e autonomia aos usuários?*”.

A elaboração dessas perguntas favoreceu o desenvolvimento de um olhar matemático sobre o espaço escolar, permitindo que os estudantes articulassem conhecimentos prévios a um problema real e socialmente relevante. Segundo Barbosa (2023), a etapa de problematização na Modelagem contribui para que o estudante compreenda que problemas matemáticos não são meramente abstrações, mas construções derivadas de fenômenos concretos que demandam interpretação e análise crítica.

Cada grupo registrou suas observações por meio de anotações, fotografias e vídeos (Figura 2), compondo um conjunto de dados empíricos que subsidiou a construção formal do problema. Essa fase, além de fomentar a autonomia investigativa, reforça a perspectiva de Medeiros e Caldeira (2023), para quem a coleta e organização de dados em situações reais potencializam o engajamento dos estudantes e ampliam a compreensão dos processos matemáticos envolvidos. Os registros realizados constituíram a base para a etapa subsequente da pesquisa, em que o fenômeno observado foi traduzido

em termos matemáticos, caracterizando o processo de matematização que é central na Modelagem Matemática, conforme destacado por Bassanezi (2002) e reafirmado por Barbosa e Santos (2024).

Figura 2 – Situação desencadeadora ou problematização.



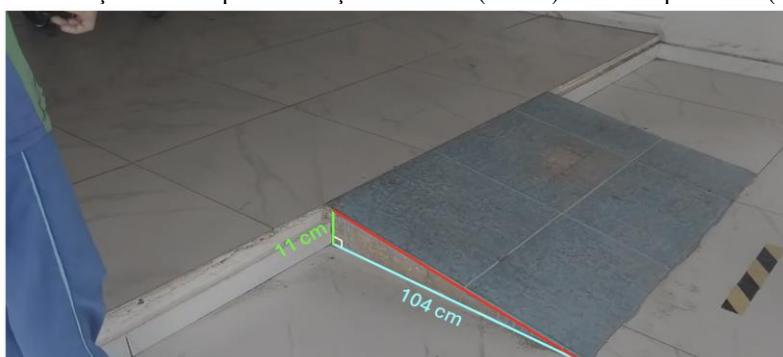
Fonte: Produção dos autores (2025).

Desse modo, o envolvimento ativo dos estudantes desde o início do processo investigativo não apenas favoreceu a construção conceitual necessária para a análise da inclinação das rampas, como também contribuiu para uma compreensão mais ampla da Matemática como ferramenta de leitura e interpretação da realidade social.

Etapa 2 – Coleta de dados na escola

Em equipes, os estudantes realizaram as medições necessárias utilizando trena, nível de bolha e fita métrica, instrumentos adequados para garantir maior precisão no levantamento dos dados. Durante a atividade, foram orientados a registrar de forma sistemática a altura e o comprimento das rampas, repetir cada medição a fim de minimizar possíveis erros experimentais e discutir coletivamente as margens de imprecisão inerentes ao processo. As informações obtidas constituíram a base empírica para a etapa subsequente de matematização do problema. No caso da Rampa 1, registrou-se altura (H) de 11 cm e comprimento (L) de 104 cm.

Figura 3 – Aferição da Rampa 1: medição da altura (11 cm) e do comprimento (104 cm).



Fonte: Produção dos autores (2025).

Figura 4 – Aferição da Rampa 2: medição da altura (28 cm) e do comprimento (145 cm).



Fonte: Produção dos autores (2025).

A partir das aferições realizadas nas duas rampas, tornou-se possível consolidar um conjunto de dados confiáveis para subsidiar a etapa posterior de análise matemática. As medições, realizadas de forma colaborativa e com instrumentos adequados, permitiram aos estudantes compreender a importância da precisão, da repetição e do registro sistemático no processo investigativo. Além disso, o contato direto com a realidade escolar possibilitou que reconhecessem, de maneira crítica, as condições de acessibilidade presentes no ambiente, articulando observações empíricas com fundamentos matemáticos. Assim, encerra-se a etapa de coleta de dados, que servirá como base para a modelagem e a interpretação dos resultados na sequência do estudo.

Etapa 3 – Representação matemática ou modelagem matemática

Com os dados coletados na etapa anterior, os estudantes passaram a representar cada rampa por meio de um modelo geométrico, adotando o triângulo retângulo como estrutura de referência para analisar altura, projeção horizontal e inclinação. Essa representação permitiu estabelecer relações formais entre as grandezas físicas medidas e os conceitos matemáticos pertinentes à trigonometria e à razão entre segmentos.

Inicialmente, os estudantes elaboraram esquemas das rampas em seus cadernos e no quadro, destacando os segmentos correspondentes à altura (H) e ao comprimento da projeção horizontal (L). A partir dessa construção gráfica, discutiram como essas grandezas se articulam na determinação da inclinação da rampa, compreendida como a razão entre a altura e a projeção horizontal. Para isso, empregaram a fórmula $i = (H/L) \times 100$, utilizada para expressar a inclinação em porcentagem.

Esse procedimento possibilitou interpretar a razão entre os lados do triângulo como uma aplicação prática da tangente do ângulo de inclinação, reforçando a compreensão de que elementos trigonométricos desempenham papel fundamental na análise de estruturas acessíveis. Assim, para a Rampa 1, obteve-se $i = (11/104) \times 100 = 10,57\%$. De modo análogo, para a Rampa 2, o cálculo resultou em $i = (28/145) \times 100 = 19,31\%$.

Essa etapa evidenciou a capacidade dos estudantes de transpor medidas concretas para representações formais, articulando observações empíricas, modelagem geométrica e ferramentas matemáticas em uma análise coerente e fundamentada.

Etapa 4 – Comparação com a norma

Após o cálculo das inclinações das rampas, os estudantes procederam à análise comparativa com os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 9050:2020, especificamente aqueles relativos às condições de acessibilidade em rampas de circulação. Essa etapa teve como objetivo verificar a conformidade entre os valores obtidos empiricamente e os limites normativos recomendados, promovendo uma articulação entre o modelo matemático construído e as exigências técnicas aplicáveis ao ambiente escolar.

Inicialmente, os estudantes consultaram os trechos da norma referentes a rampas, destacando que a inclinação máxima admissível para rampas de acesso é de 8,33% (proporção 1:12) para desniveis de até 0,80 m. Com base nesse referencial, confrontaram os valores calculados com os valores permitidos, analisando também a adequação estrutural observada em relação à adequação ideal prevista pela norma. Como parte desse processo, elaboraram tabelas comparativas, gráficos percentuais e relatórios interpretativos, buscando compreender de que maneira os resultados matemáticos se traduzem em implicações reais para a acessibilidade.

A Tabela 1 sintetiza os registros de altura, comprimento e inclinação calculada para cada rampa, bem como sua classificação quanto à conformidade normativa. Observou-se que ambas as rampas apresentam inclinações superiores ao limite estabelecido pela NBR 9050:2020, sendo a Rampa 1 classificada como acima do limite permitido e a Rampa 2 significativamente acima do valor admissível.

Tabela 1 – Altura, comprimento e inclinação das rampas e sua classificação normativa.

Rampa	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Inclinação (%)	Situação segundo a NBR 9050
1	11	104	10,57	Acima do limite permitido
2	28	145	19,31	Muito acima do limite permitido

Fonte: Produção dos autores (2025).

Esses resultados indicam que nenhuma das rampas atende aos padrões de acessibilidade determinados pela norma técnica vigente, evidenciando a necessidade de adequações estruturais para garantir condições seguras e inclusivas de circulação.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou, de forma significativa, como a Modelagem Matemática pode constituir uma estratégia pedagógica robusta para a análise de problemas concretos relacionados ao espaço escolar, especialmente no que se refere às condições de acessibilidade. Ao investigar as rampas da instituição, os estudantes foram inseridos em um processo investigativo completo, que integrou observação, coleta de dados, representação matemática, comparação com normas técnicas e proposição de intervenções estruturais. Esse percurso formativo possibilitou a compreensão de que a Matemática ultrapassa os limites do conteúdo abstrato e se consolida como ferramenta fundamental para interpretar e transformar a realidade.

A análise dos resultados evidenciou que ambas as rampas apresentam inclinações superiores àquelas recomendadas pela ABNT NBR 9050:2020, configurando situações de não conformidade e potenciais riscos à segurança e autonomia de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Esse diagnóstico quantitativo, associado à interpretação qualitativa das condições de uso, ressaltou a urgência de repensar o espaço escolar sob a perspectiva da acessibilidade universal. Os estudantes puderam compreender que estruturas inadequadas não apenas violam parâmetros normativos, mas também influenciam diretamente a inclusão, a dignidade e a participação igualitária de todos os usuários.

Do ponto de vista educacional, a experiência consolidou o papel da Modelagem Matemática como abordagem capaz de articular teoria e prática, promovendo aprendizagens significativas. Os estudantes mobilizaram conhecimentos de trigonometria, geometria e estatística, mas, sobretudo, desenvolveram habilidades relacionadas à leitura crítica do espaço, à resolução de problemas complexos, à tomada de decisões fundamentadas e ao trabalho colaborativo. As atividades práticas, como simulações com cadeira de rodas, produção de relatórios matemáticos e apresentações orais, ampliaram essas aprendizagens, favorecendo o desenvolvimento de competências socioemocionais e cidadãs.

Além disso, a investigação contribuiu para fortalecer uma visão mais humanizada da Matemática, mostrando que seu papel vai além da solução de exercícios: ela pode – e deve – ser utilizada para promover justiça social, autonomia e equidade. A reflexão sobre acessibilidade proporcionou aos estudantes a oportunidade de discutir valores éticos, direitos das pessoas com deficiência e o papel da comunidade escolar na construção de ambientes inclusivos. Assim, consolidou-se um processo educativo que integra dimensões cognitivas, sociais e formativas.

O estudo também abre perspectivas para a continuidade de ações pedagógicas fundamentadas em problemas reais. A metodologia vivenciada pode ser replicada em outras situações, como análise

de escadas, banheiros acessíveis, calçadas ou fluxos de circulação interna, ampliando o repertório de intervenções possíveis. Além disso, os resultados sugerem a necessidade de articulação entre professores, gestores e demais membros da comunidade escolar para que propostas de melhoria estrutural possam ser efetivamente implementadas.

Em síntese, conclui-se que o trabalho realizado não apenas aprofundou o domínio dos estudantes sobre conceitos matemáticos essenciais, mas também promoveu consciência crítica, sensibilidade social e compromisso com a transformação do ambiente escolar. Ao revelar a potência da Matemática como instrumento de leitura e intervenção no mundo, este estudo reafirma a importância de práticas pedagógicas que unam conteúdo, contexto e cidadania, contribuindo para a formação integral dos estudantes e para a construção de espaços verdadeiramente inclusivos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

ALMEIDA, Lourdes; SILVA, Dirceu; VERTUAN, Rodolfo. **Modelagem Matemática na Educação Básica.** São Paulo: Contexto, 2012.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: caminhos epistemológicos e didáticos. **Bolema**, v. 37, n. 67, 2023.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, D. Modelagem Matemática e criticidade no currículo da educação básica. **Bolema**, v. 38, n. 70, 2024.

BARBOSA, José Luiz. Modelagem Matemática: uma discussão sobre o papel da matemática na formação de professores. **Bolema**, Rio Claro, v. 17, n. 21, p. 1–19, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** São Paulo: Contexto, 2002.

BERTOL, D. B. et al. Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Crítica: reflexões e práticas. **Bolema**, v. 37, n. 66, p. 1–25, 2023. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/mpRdPsLckXfhVn3HTs4vMyh/>. Acesso em: 3 dez. 2025.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino.** São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática e educação matemática:** fundamentos e práticas. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048 e nº 10.098. Diário Oficial da União, Brasília, 3 dez. 2004.

BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Diário Oficial da União, Brasília, 20 dez. 2000.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União, Brasília, 7 jul. 2015.

CARVALHO, Mônica; LEITE, Fernanda. **Políticas públicas e acessibilidade: avanços e desafios na inclusão social.** São Paulo: Cortez, 2021.

COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. **Educação matemática inclusiva proporcionada pela modelagem matemática: evidências do Desenho Universal para Aprendizagem.** In: Seminário

Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM, 2024. Disponível em:
<https://www.sbmembrazil.org.br/eventos/index.php/sipem/article/view/158>. Acesso em: 3 dez. 2025.

FERREIRA, A. P.; ALBARELLO, L. Análise de problemas sociotécnicos por meio da Modelagem Matemática. **Zetetiké**, v. 32, 2024.

MEDEIROS, C. F.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática e metodologias ativas na educação básica. **Revemop**, v. 5, n. 2, 2023.

SILVA, M. A.; SANTOS, R. R. Acessibilidade escolar e inclusão: desafios estruturais no espaço educativo. **Ciência & Educação**, v. 30, 2024.

TASARIB, A. et al. Impacts and challenges of mathematical modelling activities on students' learning development: a systematic literature review. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 21, n. 5, 2025. Disponível em:
<https://www.ejmste.com/download/impacts-and-challenges-of-mathematical-modelling-activities-on-students-learning-development-a-16398.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2025.