



CAPÍTULO 10

O ENSINO DO CÁLCULO DE ÁREAS TERRITORIAIS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO AO PARQUE DA CIDADE DE BELÉM/PA - BRASIL

Kevin Ramon Nascimento Oliveira

Graduando em Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará, Castanhal, Pará, Brasil

Karla Souza Barros

Graduanda em Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará, Castanhal, Pará, Brasil

Jessica Da Paz Freitas

Graduanda em Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará, Castanhal, Pará, Brasil

Erick Lyan Monteiro Souza

Graduando em Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará, Castanhal, Pará, Brasil

Gustavo Nogueira Dias

<https://orcid.org/0000-0003-1315-9443>
Universidade do Estado do Pará (PA), Brasil

Alessandra Epifanio Rodrigues

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-8375-2923>

Renato de Lima Alves

<https://orcid.org/0009-0003-1749-182X>
Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Souza, Belém, PA, Brasil

Ana Karolina Lima de Almeida

<https://orcid.org/0009-0007-2021-7185>
Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Souza, Belém, PA, Brasil

Vanessa Mayara Souza Pamplona

<https://orcid.org/0000-0002-2461-2103>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil.

Katiane Pereira da Silva

<https://orcid.org/0000-0001-7864-6467>

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus Belém.

José Carlos Barros de Souza Júnior

<https://orcid.org/0000-0003-4465-8237>

Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Souza, Belém, PA, Brasil

RESUMO: A medição precisa de áreas é fundamental para o planejamento urbano, a gestão territorial e a Engenharia de Produção, que depende de dados confiáveis para o dimensionamento de espaços e recursos. Este estudo teve como foco principal o cálculo da área de uma região do Parque da Cidade de Belém por meio do método manual, utilizando régua, escalímetro e interpolação polinomial para contornos irregulares. Como referencial teórico, utilizou-se as a integração entre geometria analítica e cálculo, de acordo com Henriques, Afonso et al (2017), Santos (2020); Garcia (2020); Oliveira (2023); Carneiro (2024); Rocha (2024); Santos e Oliveira (2020) e Silva e Andrade (2021). Em seguida, os resultados foram comparados a dois outros métodos: o digital (medição em PowerPoint) e o automatizado (uso de software georreferenciado). A pesquisa é aplicada, de abordagem quali-quantitativa e classificada como estudo de caso. O método manual apresentou a menor diferença em relação ao software, com apenas 11.454,43 m² de variação, demonstrando ser uma alternativa viável e confiável, mesmo com recursos simples. Os resultados reforçam o valor do método tradicional e indicam potencial para aplicações em contextos com limitações tecnológicas, além de abrir espaço para estudos futuros voltados ao aperfeiçoamento de técnicas acessíveis de medição.

PALAVRAS-CHAVE: Medição de área; Método manual; Interpolação polinomial; Comparação de métodos; Engenharia de Produção.

1 INTRODUÇÃO

No século XVII, Isaac Newton desenvolveu uma técnica para estimar valores de uma função com base em pontos conhecidos, chamada interpolação por diferenças divididas. Essa abordagem permite construir polinômios que passam exatamente pelos pontos dados e são úteis quando se deseja incluir novos dados sem recalcular tudo (BURDEN; FAIRES, 2014). O cálculo de áreas, por sua vez, remonta à geometria clássica, especialmente às contribuições de Euclides, que sistematizou fórmulas para o cálculo de figuras planas em sua obra Elementos (GUIDORIZZI, 2012).

A integral definida tornou-se uma ferramenta essencial para o cálculo de áreas em intervalos contínuos, na engenharia, é amplamente aplicada em modelagens físicas, análise estrutural e medição de geometrias irregulares. O uso dessas ferramentas

matemáticas também é comum na determinação de áreas de terrenos e superfícies não lineares, o que reforça sua relevância em contextos práticos (FERNÁNDEZ et al., 2020).

Diante desse contexto histórico e técnico, o presente trabalho tem como proposta principal o cálculo da área de uma região delimitada do Parque da Cidade, em Belém, por meio da aplicação de métodos matemáticos tradicionais e tecnológicos. O objetivo central é realizar essa medição manualmente, com o uso de régua e escalímetro, e comparar os resultados obtidos com os de dois outros métodos: um digital, utilizando a régua calibrada do PowerPoint, e outro automatizado, por meio de um software especializado em medição de áreas geográficas. A análise comparativa visa identificar qual dos métodos apresenta maior proximidade com o valor real da área estudada, avaliando sua precisão, confiabilidade e aplicabilidade prática, além de evidenciar a eficácia dos métodos tradicionais mesmo diante de tecnologias mais avançadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cálculo de Integrais

No Brasil, a história do ensino de cálculo integral acompanha o crescimento da educação superior, especialmente após o século XX. De acordo com Afonso Henriques et al. (2017), a geometria analítica se consolidou como uma ferramenta essencial para a compreensão das integrais múltiplas, o que foi fundamental no ensino de disciplinas voltadas para as ciências exatas e engenharia. Em especial, o Cálculo Diferencial e Integral (CDI) tem sido amplamente discutido como um componente crucial na formação de profissionais em áreas técnicas, como engenharia e ciências exatas. De acordo com Afonso Henriques et al. (2017), a integração de conceitos de geometria analítica e cálculo, como nas integrais múltiplas, tem sido uma prática importante no ensino superior, especialmente nos cursos de engenharia.

Além disso, o ensino de cálculo integral é essencial para a formação sólida de profissionais em áreas como engenharia, onde o cálculo de integrais é usado em diversos contextos, como no design de sistemas de controle e no cálculo de volumes de sólidos. Segundo João Roberto Tanganelli Garcia (2020), a compreensão da matemática básica, que inclui o cálculo de integrais, tem um impacto direto no aprendizado do CDI.

No campo da física, o cálculo de integrais é crucial para descrever fenômenos dinâmicos, como o movimento de partículas e a distribuição de energias em sistemas. O Teorema Fundamental do Cálculo, como mencionado por Rafaela Coutinho de Oliveira Santos (2020), fornece uma base matemática robusta para o cálculo de integrais, facilitando a aplicação desses conceitos na resolução de problemas práticos em diversas disciplinas.

2.2 Polinômio de Newton

A origem dos polinômios de Newton, fortemente ligada à expansão binomial, é o ponto de partida para diversas generalizações matemáticas. No trabalho de Oliveira (2023), por exemplo, é explorada a relação entre o binômio e o polinômio de Leibniz, demonstrando como essas fórmulas permitem representar e manipular expressões de forma mais flexível, sendo úteis na resolução de problemas envolvendo probabilidade e combinatória.

Quando se trata da aplicação prática, o Método de Newton-Raphson – uma extensão do raciocínio por aproximação derivado da obra de Newton – ganha relevância. Carneiro (2024) apresenta uma sequência didática aplicada ao ensino médio que utiliza tecnologias como GeoGebra e Excel para calcular raízes de funções polinomiais, aproximando a matemática da realidade dos estudantes e tornando seu aprendizado mais significativo.

Complementando essa perspectiva, Rocha (2024) destaca a relevância do Método de Newton não apenas em sua formulação matemática, mas também como uma ferramenta computacional. Ao utilizar a linguagem de programação Python para simular o método, ele mostra como a matemática pode ser aplicada de forma dinâmica e moderna na resolução de problemas complexos. Dessa forma, os polinômios de Newton unem teoria e prática com eficiência.

2.3 Mapeamento de Áreas

O mapeamento de áreas é uma etapa essencial em projetos de engenharia, meio ambiente e planejamento urbano, pois possibilita a representação espacial de determinada região para fins de análise e tomada de decisão. De acordo com Santos e Oliveira (2020), o uso de plataformas digitais gratuitas, como o Google Maps, tem se mostrado uma alternativa acessível e prática para estudantes e pesquisadores realizarem levantamentos espaciais com base em imagens de satélite.

Atualmente, o processo de mapeamento conta com o auxílio de ferramentas digitais como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e plataformas de georreferenciamento. Santos e Oliveira (2020) destacam que, por meio dessas ferramentas, é possível delimitar manualmente áreas de interesse com precisão aceitável, o que contribui para análises mais seguras mesmo sem o uso de softwares pagos.

A precisão do mapeamento depende da definição adequada dos pontos geográficos e do sistema de projeção utilizado. Como apontam Santos e Oliveira (2020), a delimitação manual permite uma aproximação eficiente da realidade espacial quando realizada com atenção aos detalhes, sendo uma etapa indispensável para o cálculo das áreas.

2.4 Cálculo de Áreas

Após o mapeamento das regiões de interesse, realiza-se o cálculo de suas respectivas áreas com base na delimitação geográfica previamente estabelecida. Conforme Silva e Andrade (2021), o cálculo pode ser feito com base em fórmulas geométricas tradicionais, como as de polígonos simples, garantindo resultados confiáveis com margem de erro baixa quando os dados do mapeamento são precisos.

A obtenção da área pode ser feita diretamente por ferramentas digitais que utilizam os pontos mapeados para gerar automaticamente os valores em metros quadrados ou hectares. O Google Maps, por exemplo, permite a marcação de perímetros e fornece estimativas aproximadas de área, o que facilita sua aplicação em contextos acadêmicos, como defendido por Silva e Andrade (2021).

A confiabilidade dos resultados depende da qualidade dos dados coletados na etapa de mapeamento. Nesse sentido, Silva e Andrade (2021) ressaltam que o cruzamento entre dados digitais e cálculos manuais é uma forma eficiente de garantir precisão e acessibilidade nos projetos acadêmicos.

3. METODOLOGIA

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados na condução da pesquisa, abordando a natureza do estudo, a abordagem metodológica, os objetivos, o método empregado e as etapas desenvolvidas. A investigação tem como principais objetivos: (1) calcular a área de uma região específica do Parque da Cidade de Belém e (2) comparar três métodos distintos de medição: o método manual (com régua e escalímetro), o método digital (com régua calibrada no PowerPoint) e o método automático (por meio de software especializado). A comparação busca identificar qual das abordagens apresenta maior precisão em relação a um valor de referência estimado de 500.000 m², levando em consideração possíveis fontes de erro, como imprecisões na delimitação da área, falhas de cálculo e variações na escala dos instrumentos utilizados.

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa se classifica como aplicada por propor soluções práticas a partir de métodos acessíveis para medição de áreas, alinhando-se ao propósito de transformar conhecimento teórico em melhorias concretas. Segundo a American Psychological Association (2024), pesquisas aplicadas são valorizadas por gerarem avanços técnicos e metodológicos que resultam em aplicações diretas e eficazes na resolução de problemas reais.

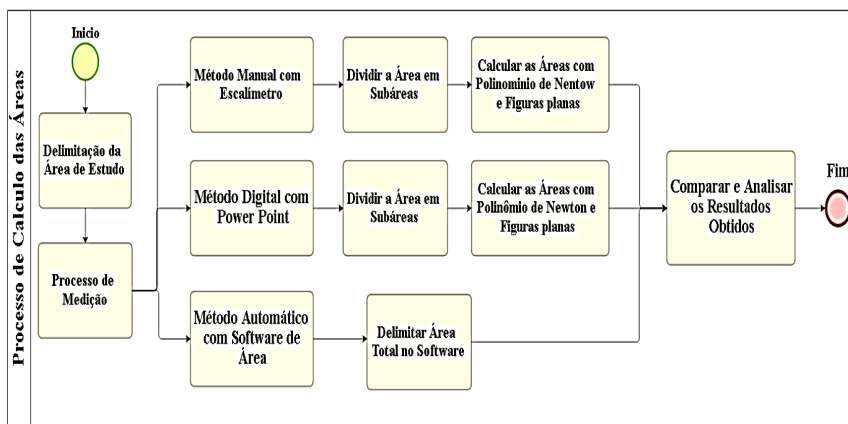
A abordagem quali-quantitativa integra medições numéricas das áreas com observações subjetivas dos métodos utilizados, permitindo uma análise mais abrangente da precisão e aplicabilidade de cada técnica. Segundo Barroga et al. (2023), essa combinação fortalece a compreensão dos fenômenos, tornando a pesquisa mais consistente e detalhada.

O método de estudo de caso permite uma investigação aprofundada de fenômenos complexos dentro de um contexto específico, oferecendo uma estrutura prática e organizada para sua condução. Como destacado por Rashid et al. (2019), essa metodologia é especialmente útil para pesquisadores iniciantes, pois fornece um plano estruturado em etapas, facilitando a clareza, a operacionalização e a aplicação do estudo em cenários reais.

3.2 Etapas do Método de Pesquisa

A pesquisa foi estruturada em etapas principais importantes, detalhadas a seguir. A Figura 1 apresenta um fluxograma ilustrativo das etapas do estudo.

Figura 01: Fluxograma do processo de cálculo de áreas

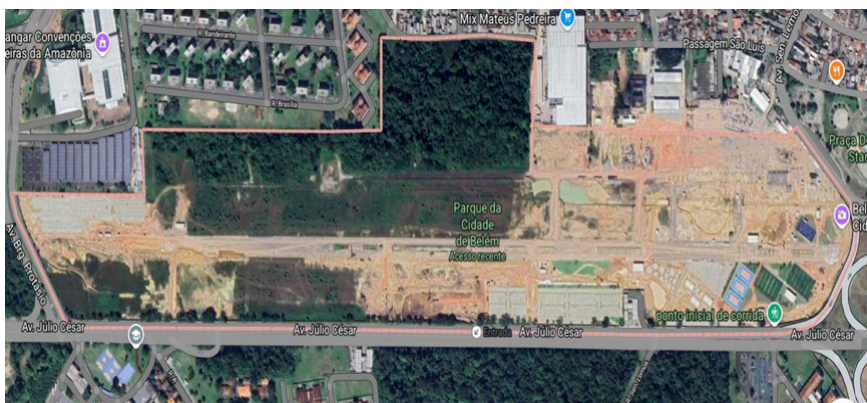


Fonte: Autores

Como observado no fluxograma (Figura 1), o processo tem início com a delimitação da área de estudo, realizada a partir de uma imagem obtida via Google Maps (Figura 2). Essa imagem da Figura 2 serviu de base para as três abordagens, a mesma mantém uma escala de 100 m ou 1,4 cm na régua ou escalímetro. No método manual, a imagem foi impressa com escala definida e as medições foram feitas com régua e escalímetro. No método digital, a imagem foi inserida em um software de

apresentação (PowerPoint), onde a régua digital foi calibrada para manter a escala da versão impressa. Por fim, o método automático utilizou um software específico de medição de áreas para realizar a leitura e o cálculo diretamente no Google Maps, após a devida calibração.

Figura 2: Imagem do Parque da cidade de Belém



Fonte: Google Maps (2025)

Cada método seguiu sua própria lógica de medição e cálculo, mas todos tiveram como ponto comum a subdivisão da área em partes menores ou sua delimitação direta. Ao final, os resultados foram comparados e analisados de forma crítica para identificar possíveis discrepâncias e apontar qual abordagem apresentou melhor desempenho em termos de precisão e aplicabilidade.

3.2.1 Delimitação da Área de Estudo

A área analisada neste estudo da Figura 2 corresponde a uma porção interna do Parque da Cidade de Belém, no estado do Pará. A delimitação foi realizada com base na própria demarcação visual apresentada pela ferramenta Google Maps, respeitando os contornos naturais e construídos indicados na plataforma.

3.2.2 Processo de Medição

Para os métodos manual e digital, adotou-se uma escala de 100 metros equivalente a 1,4 centímetros na régua, o que permitiu a conversão das medidas obtidas na imagem em dimensões reais aproximadas.

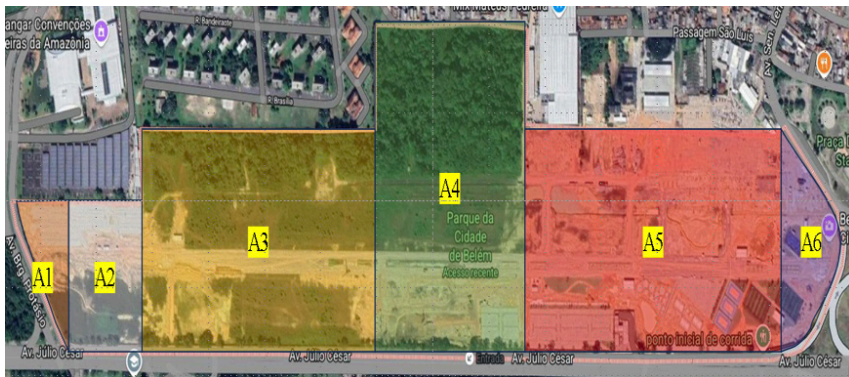
3.2.3 Método manual com escalímetro

O primeiro procedimento adotado foi a aplicação do método manual de cálculo de área com uso de régua e escalímetro. Para isso, a imagem do Parque da Cidade de Belém, obtida via Google Maps, foi impressa em papel A4 e analisada com auxílio de régua milimetrada. A escala de referência estabelecida foi de 1,4 cm, correspondendo a 100 metros reais.

3.2.4 Divisão em subáreas (A1 até A6: método manual)

Para facilitar os cálculos e garantir maior precisão, a área total delimitada do parque foi subdividida em seis regiões menores, denominadas A1, A2, A3, A4, A5 e A6, como pode ser visto na Figura 03. Essa divisão permitiu que áreas com formatos regulares (como retângulos e triângulos) fossem tratadas de forma direta, enquanto a única subárea com formato irregular (A6) foi analisada com o auxílio da interpolação de Newton.

Figura 3: Divisão em sub-áreas - A1 até A6 no método manual)



Fonte Autores (2025)

3.2.5 Cálculo das Sub-áreas

As áreas de A1 a A5 foram calculadas a partir das fórmulas clássicas de geometria plana (área de triângulo e área de retângulo), utilizando as dimensões obtidas diretamente na imagem por meio de régua, e posteriormente convertidas com a escala de 1,4 cm = 100 m.

A1 - Triângulo retângulo

Cateto adjacente: 2,8 cm e Cateto oposto: 1,5 cm. Com fórmula utilizada: Área = (base x altura) / 2

Conversão: Base = $(2,8 / 1,4) \times 100 = 200$ m e Altura = $(1,5 / 1,4) \times 100 \approx 107,14$ m

Área real:

$$\text{Área} = (200 \times 107,142) / 2 = 10.714,29 \text{ m}^2$$

A2 - Retângulo

Largura: 2,8 cm e Altura: 2 cm

Conversão: Largura real = $(2,8 / 1,4) \times 100 = 200$ m e Altura real = $(2 / 1,4) \times 100 \approx 142,86$ m

Área real:

$$\text{Área} = 200 \times 142,86 = 28.571,43 \text{ m}^2$$

O mesmo procedimento de cálculo adotado para a subárea A2 foi aplicado às demais áreas retangulares, de A3 até A5. Os resultados obtidos estão organizados e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das Subáreas calculadas manualmente

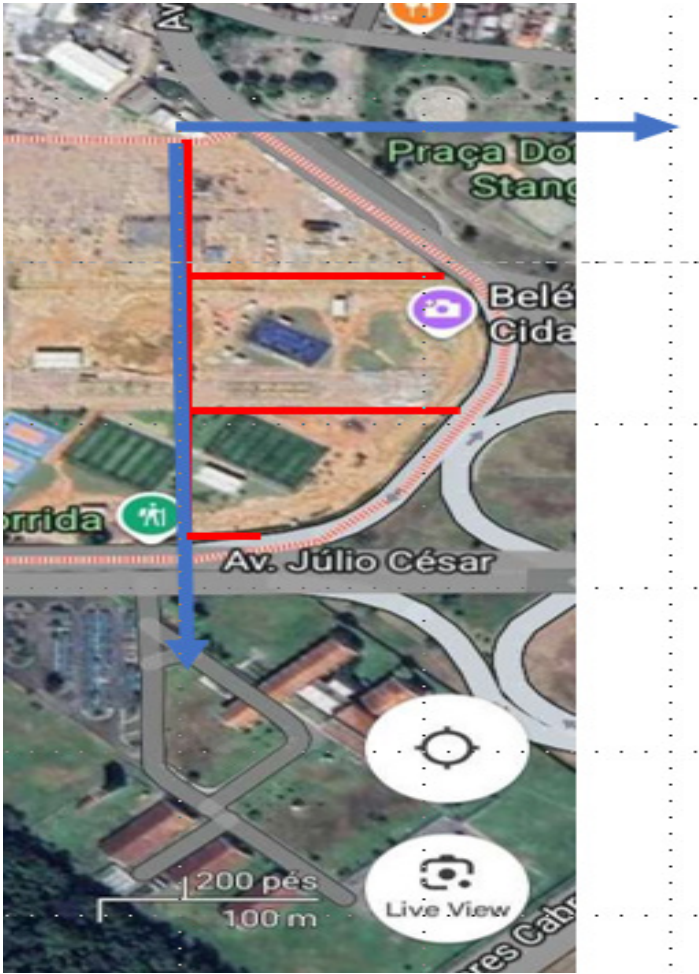
Sub áreas	Largura	Altura	Área (m ²)
A3	6,5	4	132.738,78
A4	6	4,2	128.571,43
A5	7	4	142.857,14

Fonte: Autores (2025)

A6 - Área irregular com interpolação de Newton

A sexta subárea (A6) apresentou um formato irregular, impossibilitando o uso direto de fórmulas geométricas convencionais. Diante disso, optou-se por aplicar o método de interpolação de Newton, uma técnica numérica eficiente para estimar valores de funções baseadas em pontos discretos. Para esse cálculo, foram selecionados três pontos da borda do contorno da área, marcados manualmente na imagem impressa do parque: 1,6 cm, 1,7 cm e 0,5 cm, mostrado na Figura 4. A escala utilizada foi a mesma do restante do estudo, em que 1,4 cm equivale a 100 metros.

Figura 4: A6 com os 3 pontos



Fonte: Autores (2025)

Tabela 2: Tabelas com os resultados para o polinômio de Newton

X	Y	ΔY_i	$\Delta^2 Y_i$
100	114	0,07	-0,00465
200	121	-0,86	
300	35		

Fonte: Autores (2025)

Esses valores, convertidos para a unidade real e organizados na uma tabela 2, serviram como base para a construção do polinômio interpolador de Newton de segunda ordem, representado por:

$$P_x = 114 + 0,07(x - 100) - 0,00465(x - 100)(x - 200)$$

Esse polinômio permite estimar a função que representa o contorno da área A6, possibilitando o cálculo da área sob a curva através da aplicação da integral definida. Para obter o valor da área real, foram calculadas as integrais correspondentes e subtraídas as partes excedentes que não faziam parte da delimitação.

O cálculo final forneceu o valor:

$$\text{Área real de A6} = 19.092,5 \text{ m}^2$$

Essa abordagem foi fundamental para tratar com precisão uma região de contorno irregular e aproximar o resultado da área real com maior fidelidade, demonstrando a utilidade de métodos numéricos aplicados à engenharia cartográfica e estudos espaciais.

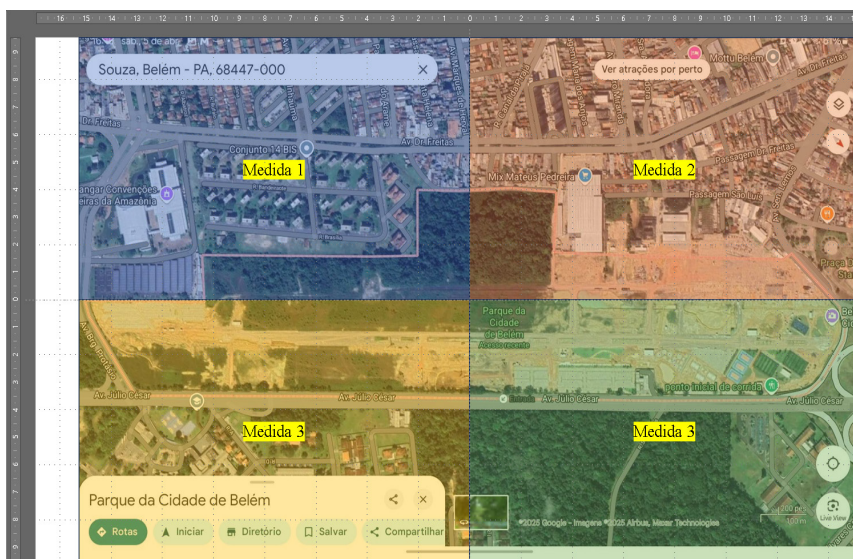
Área Total Final

Com base nas medições realizadas nas subáreas A1 até A6, utilizando escalímetro e régua com escala de 1,4 cm para 100 metros, obteve-se a estimativa da área total do Parque da Cidade de Belém. Somando todos os valores, chegou-se a uma área total de 462.545,57 m², valor próximo da estimativa oficial de 500.000 m², o que reforça a validade do método manual como alternativa viável.

3.2.6 Método Digital no PowerPoint

No método digital, utilizou-se o software PowerPoint para medir as dimensões das subáreas do Parque da Cidade de Belém. A régua presente na plataforma foi o instrumento de medição adotado. Essa régua é dividida em quatro partes distintas, como ilustrado na Figura 5 utilizada, permitindo um maior controle sobre as escalas adotadas. A escala empregada seguiu a mesma proporção do método manual: 1,4 cm equivale a 100 metros.

Figura 5: Divisão de medições pelo método Digital



Fonte: Autores (2025)

3.2.7 Divisão em Subáreas (Método Digital)

Assim como no método manual, a área total foi dividida em subáreas para facilitar o processo de medição. Neste caso, a divisão resultou em oito regiões identificadas de A1 a A8 como mostrado na figura 6. As demais subáreas, de A1 a A8 tiveram suas medidas obtidas diretamente no PowerPoint, com base nas proporções medidas por meio da régua digital e utilizando os mesmos critérios de cálculo de área (base x altura, ou comprimento x largura, conforme o formato).

Figura 6: Divisão de Sub-áreas em 8 regiões (Método digital)



Fonte: Autores (2025)

32.8 Cálculo das Subáreas (Método Digital)

Na tabela 3 observa-se que os dados inseridos nas áreas correspondentes, junto ao seu resultado de área em m², calculado da mesma forma do capítulo 3.2.5.

A1 - Triângulo retângulo

Cateto adjacente: 3,5 cm e Cateto oposto: 1,5 cm. Com fórmula utilizada: Área = (base × altura) / 2

Conversão: Base = (3,5 / 1,4) × 100 = 250m e Altura = (2,2 / 1,4) × 100 ≈ 157,14 m

Área = (250 × 157,142) / 2 = 39.285,5 m²

Tabela 3: Resultado de área em m² (Método Digital)

Sub-áreas	Largura	Altura	Área (m ²)
A2	13	3,5	232,125
A3	8,5	1,6	69383,95
A4	4	2	40815,71
A5	4	3,2	65304,73
A6	12	3,5	214,285
A7	8,8	3,5	157142,5

Fonte: Autores (2025)

Para a subárea A8 foi seguido os mesmos passos feitos no método manual, que apresenta um contorno irregular, foi utilizado um polinômio interpolador de Newton de segunda ordem, representado por:

$$P_x = 142 + 0,68(x - 100) - 0,01215(x - 100)(x - 200)$$

Esse polinômio permitiu estimar a curva que delimita a região, possibilitando o cálculo da área por meio de uma integral definida. Após a integração, foram feitas correções para remover partes excedentes fora dos limites reais, garantindo que o valor obtido representasse com maior precisão a área real da subárea no método digital.

O cálculo final forneceu o valor: Área real de A6 = 25 992,50 m²

A área total obtida pelo método digital será determinada pela soma de todas as subáreas mencionadas em que foi:

Área total final (digital): 398871,30 m²

3.2.9 Cálculo com o software My Maps

Para o terceiro método de medição, foi utilizado o software Google My Maps, que permite a delimitação de áreas diretamente sobre imagens de satélite com base em georreferenciamento. Nesse processo, a área do Parque da Cidade foi demarcada com o auxílio da ferramenta de medição do próprio sistema, que automaticamente calcula a área total conforme os pontos inseridos, observado na Figura 7. Diferente dos métodos anteriores, não foi necessário aplicar escalas ou realizar cálculos manuais, uma vez que o próprio software fornece a área total após o traçado do perímetro.

Figura 7: Delimitação da área dentro do software my maps



Fonte: My Maps (2025)

A área total delimitada do Parque da Cidade, conforme o traçado previamente estabelecido, foi processada pelo sistema, que apresentou o resultado final de 47,4 hectares. Considerando que 1 hectare equivale a 10.000 metros quadrados, então foi calculado:

$$47,4 \text{ ha} \times 10.000 = 474.000 \text{ m}^2$$

Assim, o valor final da área obtida por meio do software foi de 474.000 m², sendo este o método com o resultado mais próximo da estimativa oficial de 500.000 m² atribuída ao parque, servindo como parâmetro comparativo de referência para os demais métodos analisados.

4 COMPARAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a aplicação dos três métodos de medição da área do Parque da Cidade. Manual com escalímetro, digital por meio do PowerPoint e automatizado com o uso do software Google My Maps, foi possível realizar uma comparação entre os resultados obtidos. A tabela 4 retrata os resultados de cada metodologia.

Tabela 4: Comparação dos resultados da metodologia

Método manual	Método digital (Powerpoint)	Método por software (My Maps)
462.545,57 m ²	398.871,30 m ²	474.000 m ²

Fonte: Autores (2025)

O método manual, que utilizou medições com régua e escalímetro físico, apresentou um valor final de 462.545,57 m². Já o método digital, executado no PowerPoint com a régua integrada e divisão das áreas em subáreas A1 a A8, obteve um total de 398.871,30 m². Por fim, o método automatizado por software, retornou uma área total de 474.000 m².

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa possibilitou a análise comparativa de três métodos de medição de área aplicados ao Parque da Cidade de Belém: o manual, com régua e escalímetro; o digital, por medição no PowerPoint; e o automático, com software georreferenciado. Embora os resultados tenham variado, todos foram válidos em seus contextos. O método manual se destacou por apresentar o valor mais próximo ao do software, com diferença de apenas 11.454,43 m², demonstrando que, mesmo com recursos simples, é possível obter medições precisas e confiáveis.

A proximidade dos resultados confirma a eficácia dos procedimentos adotados, mesmo diante das limitações visuais e operacionais. A divisão da área em subáreas geométricas e o uso da interpolação polinomial para formas irregulares foram fundamentais para a precisão alcançada no método manual. Contudo, é importante reconhecer que a pesquisa pode ser aprimorada. Estudos futuros podem incluir a utilização de imagens com maior resolução, aplicação de softwares de modelagem espacial mais precisos, e incremento de pontos de medição para áreas irregulares.

Dessa forma, esta pesquisa contribui não apenas como uma proposta comparativa entre métodos de medição de áreas, mas também como incentivo para o uso de abordagens acessíveis e educativas em contextos práticos e acadêmicos, ao mesmo tempo em que abre espaço para o aprofundamento metodológico em investigações futuras.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **Award for Distinguished Professional Contributions to Applied Research. The American Psychologist**, v. 79, n. 9, p. 1403, 2024.

ANTON, Howard; BIVENS, Irl; DAVIS, Stephen. **Cálculo**. 10. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2019.

BARROGA, E. et al. **Conducting and Writing Quantitative and Qualitative Research**. *Journal of Korean Medical Science*, v. 38, 2023.

BEECH, Christopher; SCHAEGLER, Tobias A. **Architected materials: challenges and opportunities for mass production**. *Annual Review of Materials Research*, v. 48, p. 479-502, 2018.

BRAGA, Vanessa et al. **As políticas territoriais rurais e a articulação governo federal e estadual: experiências no Pará e na Paraíba**. *Revista NERA*, Presidente Prudente, v. 25, n. 58, p. 1–21, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i58.7866>. Acesso em: 06 abr. 2025.

BURDEN, Richard L.; FAIRES, J. Douglas. **Análise numérica**. 9. ed. São Paulo: **Cengage Learning**, 2014.

CARNEIRO, Maria Hortência Machado. **Método de Newton-Raphson e raízes de funções polinomiais utilizando tecnologias em uma sequência didática no ensino médio**. **UFBA**, 2024.

CARVALHO, T. M.; MENEZES, L. A. **Aplicações do geoprocessamento em projetos de engenharia civil**. *Revista de Engenharia Aplicada*, v. 8, n. 2, p. 85-98, 2019.

FERNÁNDEZ, Julio et al. **Advances in computational methods for the characterization of materials in civil engineering**. *Engineering Structures*, v. 211, 2020.

FERREIRA, J. P. et al. **Delimitação espacial e uso do solo: uma análise baseada em SIG**. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 73, n. 2, p. 356-372, 2021.

GARCIA, João Roberto Tanganelli. **A importância da matemática básica no ensino do cálculo diferencial e integral: uma proposta baseada na análise do erro**. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2020.

GIUSTINA, Edgar Della; MORO, Gabriel Tonello; GAMA, Henrique Varelo. **Aplicação do Método de Newton para resolução de problemas de coeficiente de financiamento**. 2024.

GONÇALVES, R. F.; PEREIRA, A. G. **Utilização de ferramentas livres para o cálculo de área em ambientes urbanos**. *Geociências em Foco*, v. 9, n. 1, p. 44-57, 2021.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um curso de cálculo**. Volume 1. 7. ed. Rio de Janeiro: **LTC**, 2012.

HENRIQUES, Afonso; FARIAS, Elisângela Silva; FUNATO, Rosane Leite. **A geometria analítica como aliada importante na aprendizagem em cálculo diferencial e integral: o caso de integrais múltiplas nos cursos de engenharias.** *Revista de Ensino de Matemática*. 2017.

LIMA, E. C. et al. **Geotecnologias como recurso de ensino e mapeamento comunitário.** *Revista Educação & Geotecnologias*, v. 3, n. 1, p. 122-135, 2022.

MARTINS, F. O. et al. **Google Earth Pro como ferramenta para estudos de delimitação espacial.** *Revista Geomática*, v. 13, n. 2, p. 99-112, 2021.

OLIVEIRA, H. S. et al. **Medição digital de áreas: práticas e limitações em ambientes urbanos.** *Revista de Geotecnologia e Meio Ambiente*, v. 9, n. 1, p. 61-74, 2023.

OLIVEIRA, Marcílio Souza Rodrigues de. **Do binômio de Newton ao polinômio de Leibniz, demonstrações e aplicações.** UFRPE, 2021.

PEREIRA, L. S.; SILVA, J. D. **Sistemas de informação geográfica aplicados ao planejamento urbano.** *Revista de Engenharia Urbana*, v. 14, n. 1, p. 101-116, 2020.

RASHID, Y.; RASHID, A.; WARRAICH, M.; SABIR, S.; WASEEM, A. **Case study method: a step-by-step guide for business researchers.** *International Journal of Qualitative Methods*, v. 18, p. 1-13, 2019.

ROCHA, Tiago Almeida. **O Método de Newton e suas aplicações.** UEPB, 2024.

SANTOS, Rafaela Coutinho de Oliveira. **Cálculo de integrais a partir do Teorema Fundamental do Cálculo aplicado à difeomorfismos.** Instituto Federal de São Paulo. 2020.

SILVA, R. M.; CARDOSO, P. J. O. **Avaliação e cálculo de áreas em projetos de uso e ocupação do solo.** *Revista Planejamento Territorial*, v. 12, n. 3, p. 58-70, 2020.

SANTOS, Rodrigo dos; OLIVEIRA, Livia de. **Áreas pelo Google Maps: uma experiência de ensino remoto durante a pandemia.** V CONEDU - Congresso Nacional de Educação, 2020.

SILVA, Márcia; ANDRADE, João. **Cálculo de áreas usando o Excel: proposta didática para o ensino de geometria.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, n. 1, p. 45-59, 2021.