https://doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i2p082-096

Modelagem matemática com tecnologias para o cálculo de área de uma região irregular: o caso do Rosário de Nova Fátima-PR

Mathematical modeling with technologies for calculating the area of an irregular region: the case of Rosário de Nova Fátima-PR

MÁRCIO ADRIANO DE OLIVEIRA JÚNIOR[1]

https://orcid.org/0009-0003-0066-5459

WELLINGTON PIVETA OLIVEIRA[2]

https://orcid.org/0000-0002-3840-1972

RESUMO

Partindo da premissa que a geometria é um tópico importante na formação dos estudantes, entende-se a necessidade de problematizar, discutir e investigar situações com referência na realidade que visem a promoção de conceitos geométricos. Visando socializar um estudo sobre o Rosário de Nova Fátima – PR, este texto tem por objetivo apresentar a Modelagem Matemática de uma situação da realidade em que utilizamos do software GeoGebra para o cálculo de área de uma região irregular. A investigação seguiu as etapas da Modelagem Matemática à luz de Meyer (2020) e, por fim, a validação ocorreu com visitação do local para estimar a medida da área desejada. Refletimos, nesta experiência, que o uso de tecnologias digitais, especialmente, o GeoGebra esteve imbricado na construção de modelos que representaram, matematicamente, a situação, permitindo-nos estimar o cálculo da área.

Palavras-chave: *Modelagem Matemática; GeoGebra; Área irregular.*

ABSTRACT

Starting from the premise that geometry is an important topic in the training of students, it is understood the need to problematize, discuss and investigate situations with reference to reality that aim to promote geometric concepts. Aiming to socialize a study on the Rosary of Nova Fátima – PR, this text aims to present the Mathematical Modeling of a real situation in which we use the GeoGebra software to calculate the area of an irregular region. The investigation followed the steps of Mathematical Modeling in light of Meyer (2020) and, finally, validation occurred with a visit to the site to estimate the size of the desired area. We reflected, in this experience, that the use of digital technologies, especially GeoGebra, was involved in the construction of models that mathematically represented the situation, allowing us to estimate the calculation of the area.

Key-words: *Mathematical Modeling; GeoGebra; Irregular area.*

[1] Universidade Cesumar – marcioj232@gmail.com
[2] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus do Pantanal (UFMS/CPan) – wellington.piveta@ufms.br

Introdução

A Geometria, assim como outras temáticas, compõe os currículos de Matemática e, historicamente, apresentam a sua relevância conceitual para a formação de alunos, especialmente quando consideramos a presença diária de seus conceitos nas diferentes atividades que exercemos, isto é, no mundo que habitamos. Pode-se afirmar que, naturalmente, trata-se de uma disciplina rica em oportunidades de contextualização e aplicações.

Porém, apesar dessa presença, pesquisas como as de Menezes (2018) e Charnei (2019) indicaram que no âmbito da Educação Básica, há um enfrentamento de dificuldades com os conceitos geométricos. Após os resultados das avaliações externas do Estado do Paraná como, Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Sistema de Avaliação do Estado do Paraná (SAEP) e Prova Paraná, Charnei (2019) mostrou que a situação revelada pelas avaliações tornou-se objeto de preocupação nas disciplinas de Matemática e Português.

Em Matemática, um dos descritores específicos que tem chamado a atenção pelo baixíssimo desempenho dos estudantes na Prova Paraná é o Descritor 13 que trata da Resolução de Problemas envolvendo o cálculo de área de figuras planas. Estes resultados, talvez revelem que aí exista um problema quanto ao ensino e aprendizagem em Geometria (MENEZES, 2018).

Considerando que este é um tópico da Matemática que oferece possibilidades de trabalho com representações concretas que subsidiam a elaboração mental de conceitos e representações geométricas, mas que, frequentemente, tem sido trabalhado de forma mecânica e de modo mais informativo do que formativo, apostamos que as tendências em Educação Matemática se mostram como caminhos para minimizar as dificuldades de aprendizagem no ensino e aprendizagem de Geometria.

Segundo Bassanezi (2002), por exemplo, a utilização da Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem da Matemática, além de tornar um curso de Matemática atraente e agradável, pode levar o aluno a desenvolver um espírito de investigação, utilizar a Matemática como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas e, deste modo, contribuir para que ele compreenda a natureza do conhecimento e as aplicações dos conceitos matemáticos.

Inseridos no contexto da busca por ressignificar o ensinar e aprender matemática, este trabalho, que está vinculado a um projeto de iniciação cientifica, tem como objetivo apresentar o relato da modelagem matemática de uma situação da realidade para o cálculo de área de uma região irregular fazendo o uso do GeoGebra.

Para tanto, na próxima seção apresentaremos algumas reflexões sobre a Modelagem Matemática e o uso de tecnologias dando ênfase ao *software* GeoGebra.

Em seguida, será apresentado a Modelagem Matemática da situação elegida e, por fim, refletimos sobre o uso do *software* GeoGebra no contexto dessa modelagem.

1. Modelagem Matemática e o uso de tecnologias

Enquanto proposta para educar matematicamente, Barbosa (2007) argumentou que a Modelagem Matemática evidenciava a integração de situações provenientes do cotidiano e de outras áreas do conhecimento na sala de aula, com o propósito de formar os estudantes para a atuação e intervenção na sua realidade. Embora concordemos com essa reflexão, a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, desde então, vem assumindo diferentes concepções, dentre elas "[...] como um esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor" (BORBA, MENEGHETTI e HERMINI, 1999, p. 76).

Porém, esse ato de descrever matematicamente, exige algumas outras condutas que podem ser entendidas como **indagação** e **investigação**, contribuindo para a constituição de "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" (BARBOSA, 2001, p. 6).

Almeida e Dias (2004, p. 4) defendem que a Modelagem Matemática, em sala de aula, pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa, em que a cooperação e a interação entre os alunos e eles entre professor têm um papel importante na construção do conhecimento.

De acordo com Meyer (2020), cada um de nós, possivelmente, já usou a "sua" própria definição de Modelagem Matemática. Apresentada como recurso didático, como opção pedagógica, como ambiente gerador ou catalizador ou até motivador de aprendizagem, é indiscutível o seu potencial como atividade que promove o desenvolvimento do pensamento (analítico, crítico, reflexivo, matemático e de outra natureza), da criatividade e da expressão em linguagem matemática.

Enquanto definição prática, assumimos, neste estudo, a Modelagem Matemática em sete passos ou etapas, que podem ocorrer de modo flexível, a saber:

> O <u>primeiro</u> passo na Modelagem Matemática nessa ótica, a pragmática, é o de se "ler o mundo", conhecer o problema, familiarizar-se com seus aspectos mais relevantes [...]. No exercício profissional da Modelagem, este primeiro passo se completa no ouvir e no perguntar. Ouvir o interlocutor, o outro, a ideia diferente, a compreensão diferente de fenômenos, o contraditório, o cultural… O <u>segundo</u> passo [...] é o de escolher hipóteses simplificadoras do problema original, para se poder trabalhar apenas com os aspectos mais importantes [...] as características-chave da situação que está a ser analisada e aprendida e, eventualmente, o do problema [...]

> O terceiro passo vem a expressão do problema numa das linguagens do universo matemático e, nesta hora, o contexto também influi no instrumental matemático escolhido.
> O quarto passo deveria ser o da resolução do problema matemático – e é assim que acontece muitas vezes no contexto escolar. Mas, na vida real, deparamo-nos com dificuldades maiores: nem sempre as expressões resultantes de estágios anteriores têm a solução analítica; muitas vezes as informações não são regulares, sendo até fornecida em momentos discretos, mesmo para problemas que, visivelmente, são contínuos. Além disso, há os parâmetros e as medidas feitas em campo.
> O quinto passo: [...] os resultados da resolução ou da resolução aproximada devem ser avaliados criticamente e apenas aquilo ou aqueles resultados válidos, aproveitados – ao menos temporariamente.
> O sexto passo: repete a avaliação crítica, mas agora pela ótica da situação real e sua problemática, seu entorno, sua relevância. Nem sempre a solução matemática, ainda que verdadeira, pode ser considerada como soberana. Este tipo de solução não pode ser imposta sem que se levem em consideração os muitos aspectos sociais, naturais, humanos.
> O sétimo passo: [...] consiste no processo decisório com relação ao problema original, decisão que muitas vezes envolve grupos e momentos sociais, situações naturais, contextos políticos – enfim, decisões que levaram à necessidade da Modelagem Matemática (MEYER, 2020, p. 144-145, inserção nossa).

Nesse “fazer” Modelagem Matemática, admite-se o uso de tecnologias, dentre elas, as tecnologias digitais. De acordo com Rocha e Rocha (2018), aprender Geometria com papel, lápis, régua e compasso é diferente de aprender recorrendo a materiais manipuláveis que, por sua vez, é diferente de aprender recorrendo a Ambientes Dinâmicos de Geometria Dinâmica (ADGD), como o GeoGebra. A utilização de *software* como o GeoGebra liberta-nos de tarefas mecânicas e rotineiras de construção, medição e cálculos, deixando espaço para um trabalho dinâmico e ativo com Geometria.

Nesse contexto, pesquisas como as de Sousa et al. (2022), Brandão Filho et al. (2022), entre outras, evidenciam possibilidades para o trabalho com a Modelagem Matemática fazendo uso do *software* GeoGebra. Nessa direção, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p. 50) apontam que as atividades matemáticas mediadas por tecnologias são potencializadas se concebidas em um cenário de investigação matemática, promovendo um “ambiente heurístico, de descobertas, de formulação de conjecturas de um problema e busca por diversificadas soluções”.

Entendemos, nesse sentido, que a problematização e a investigação, características de ambientes de Modelagem Matemática apontam para essa direção, valendo-se de tecnologias digitais, podendo contribuir para o desenvolvimento das atividades. Uma das ferramentas disponíveis para propósitos educacionais relacionados a Geometria é o GeoGebra. Criado em 2001 por Markus Hohenwarter na universidade de Salzburgo (Suécia), o GeoGebra é um ambiente de geometria interativa. Com esse *software*, os alunos podem investigar, experimentar, tentar e alcançar suas próprias conclusões, sendo assim protagonistas do aprendizado.

Considerando essa articulação, Modelagem Matemática e GeoGebra, na pesquisa desenvolvida por Correia e Oliveira (2020), os autores classificaram as produções da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) em que citavam no escopo do texto o *software* GeoGebra em três núcleos. Dois desses núcleos foram caracterizados pelos autores como, *i) Aspectos da Modelagem Matemática com GeoGebra,* e *ii) Atividades de Modelagem Matemática e GeoGebra.*

Para os autores, a análise das produções mostrou que o primeiro núcleo apresenta a promoção da Educação Matemática, por meio da Modelagem Matemática com uso direto do GeoGebra durante a pesquisa, isto é, o *software* foi indispensável na realização da modelagem da temática estudada abarcando conceitos matemáticos. Já o segundo núcleo apresenta propostas de Modelagem Matemática em que é indicado ou sugerido o uso de tecnologias digitais, nesse caso, *softwares* como o GeoGebra.

Para nós, essa pesquisa evidencia que algumas experiências com Modelagem Matemática assumem as tecnologias digitais como sendo necessárias para o seu desenvolvimento, e existem casos em que há somente indicações e sugestões que se faça o uso de ferramentas tecnológicas. Considerando a importância dessas discussões e em que medida a modelagem que apresentamos se relaciona “(...) com GeoGebra” ou “(...) e GeoGebra”, apresentamos na próxima seção, a Modelagem Matemática do Rosário de Nova Fátima – PR.

2. O caso da Modelagem da Praça do terço

Quanto ao contexto, destacamos que a Modelagem Matemática enquanto processo de investigação foi guiada pelos pressupostos teóricos de Meyer (2020), supracitado na seção anterior.

Considerando estudos anteriores, buscamos problematizar e investigar um fenômeno da realidade em que pudéssemos modelar matematicamente, recorrendo à Geometria. Ancorados pelos pressupostos teóricos da Modelagem Matemática, o fazer modelagem emerge da realidade e visando, futuramente, o desenvolvimento de uma proposta de Modelagem Matemática, surgiu a ideia de utilizarmos a Praça do Terço, conforme a figura 1, por ser um ponto turístico na cidade em que reside o primeiro autor do texto.

Figura 1 – Praça do Terço em Nova Fátima – PR.
Fonte: Extraída de:
https://www.youtube.com/watch?v=MpKPqXt4X1Y

Sentimos a necessidade de investigarmos elementos de natureza qualitativa sobre a Praça do Terço, como um meio de nos aproximarmos deste fenômeno. A Praça do Terço está localizada na cidade de Nova Fátima no interior norte do Estado do Paraná. A Praça do Terço começou a ser construída no ano de 2012 e está localizada em uma área equivalente a 8200 metros quadrados. Segundo reportagens exibidas[3], dada à fé cristã, foi um morador local da cidade que construiu um Terço/Rosário como uma forma de agradecer por uma graça recebida.

Em uma entrevista com morador/fundador, exibida na reportagem, o mesmo relatou que todos os recursos foram doados por pessoas da comunidade e o terreno próximo à igreja, foi cedido para que o monumento fosse construído. Na reportagem ainda ele relata que cada esfera pesa, aproximadamente, 120 kg. No local é comum ver a população ou visitantes, usufruindo do espaço para espalhar a fé e também para desempenhar algumas atividades com a família e amigos. Atividades como caminhada e piqueniques são comuns no local.

Essa fase da investigação, de acordo com a compreensão de Modelagem Matemática apresentada por Meyer (2020), configura o passo, "**ler o mundo**", em que buscamos nos familiarizar com os aspectos relevantes da situação em estudo, sejam eles qualitativos ou quantitativos. Em outras palavras, esse passo consistiu em um movimento de incursão no e sobre o tema que decidimos direcionar os nossos esforços em estudá-lo. Na figura 2, é possível visualizarmos o Rosário.

[3] Disponível em: https://youtu.be/I3nKJ9Z-51o.

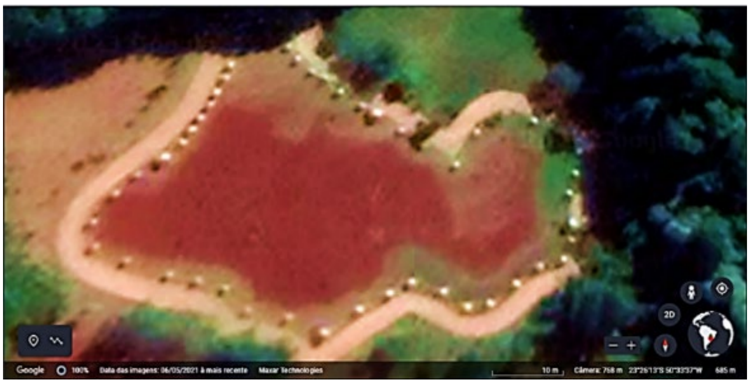

Figura 2 – Foto aérea do Rosário em Nova Fátima – PR.
Fonte: *Google Earth*.

Após esse movimento de tomar conhecimento a respeito do objeto em estudo, o próximo passo foi o de escolher **hipóteses simplificadoras** do problema e para isso tomamos a decisão de problematizar: **"Quantos grupos, fazendo piquenique, podem ser acomodados no interior do rosário de Nova Fátima?"**, levando-nos a possibilidade de cálculo de área por diferentes estratégias, entre elas, estimar a área total fracionando-a em polígonos regulares; e, recorrer ao Cálculo Integral.

Estabelecido o problema, o terceiro passo foi **expressá-lo na linguagem matemática** e, neste momento, o contexto também influiu no instrumental matemático escolhido. Para responder ao problema, foi necessário efetuar o cálculo da área interna da região do Rosário e para isso recorremos ao *Google Earth* e ao *software* GeoGebra.

O primeiro é um programa que apresenta um modelo, baseado em imagens de satélite, do globo terrestre em uma visão tridimensional, favorecendo uma experiência e imersiva; e o segundo, um *software* matemático que oferece várias ferramentas, além de disponibilizar objetos em linguagem numérica, algébrica e geométrica, que foi tomado como um recurso para a produção de dados, isto é, para realizarmos as medições do Rosário, visando o cálculo da sua área.

Iniciamos então com a inserção da imagem selecionada com a ajuda do *Google Earth* no *software* GeoGebra e partimos para a matematização da situação. Para tanto, optamos por digitar os pontos interpolantes às margens do Rosário para que pudéssemos obter a função polinomial que melhor fosse ajustada. Nesse caso, foram inseridos um total de 145 pontos e 29 funções polinomiais de forma que, a cada 5 pontos fosse inserida uma função polinomial de grau quatro, contornando o Rosário.

Na figura 3, evidenciamos que o conjunto $l1 = \{C, D, E, F, G\}$ são de pontos que pertencem ao gráfico da função $f(x) = 18.65x^4 - 791.41x^3 + 12578.55x^2 - 88833.6x + 235216.63$ e que contornam uma das extremidades irregulares do Rosário.

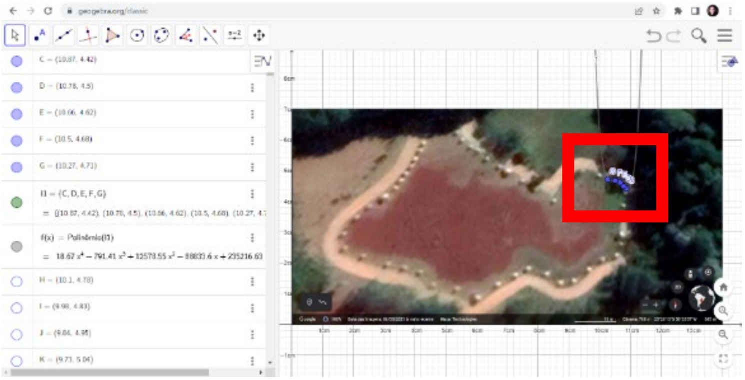

Figura 3 – Pontos no perímetro do Rosário.
Fonte: Os autores.

Na figura 4, observamos como ficou o contorno do rosário após todos os pontos e as funções serem inseridas. Além disso, que a região interior foi fracionada em 23 partes de modo que facilitasse a utilização do comando integral no *software* GeoGebra, para que pudéssemos calcular a área aproximada dela, delimitada pelo ajuste dos pontos.

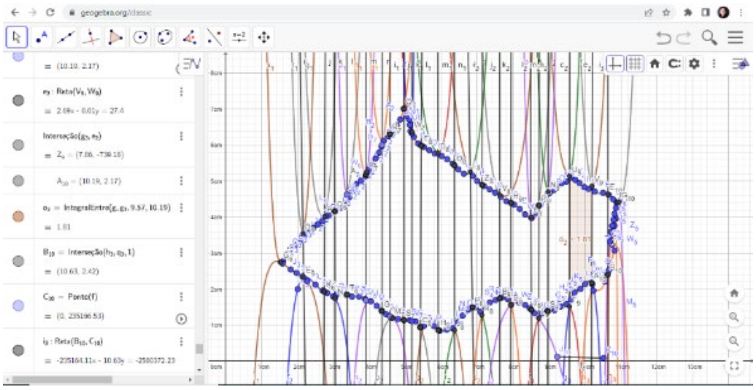

Figura 4 – Contorno e frações da área do Rosário.
Fonte: Os autores.

Para calcularmos a medida de área interna total do Rosário, tivemos, primeiramente, que calcular a área de cada uma das 23 partes que compunha a figura. A fim de mostrarmos o movimento que realizamos para calcular a área de cada parte, como exemplo, utilizaremos a área "o_2".

Considerando que a área "o_2" inicia na função "$g_1 = 9.57$" e termina na função "$g_3 = 10.19$" e inserindo na caixa de entrada do GeoGebra o comando *Integralentre (Função <Função> <Valor de x Inicial>, <Valor de x Final>)*, após substituirmos os comandos pelas coordenadas que resultara em o_2=*Integralentre*(g_1, g_3, *9.57, 10.19*), resulta em, aproximadamente, 1,81cm^2. Ao realizarmos esse procedimento para calcularmos a área de todas as partes, obtivemos os valores que podem ser visualizados na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Área dos espaços.

a=0,37 cm^2	w=1,29 cm^2	w_1=1,49 cm^2
b=0,92 cm^2	a_1=1,21 cm^2	a_2=0,57 cm^2
c=0,67 cm^2	b_1=2,34 cm^2	b_2=0,82 cm^2
d=0,85 cm^2	c_1=2,18 cm^2	d_2= 2,03 cm^2
e=1,60 cm^2	e_1=2,05 cm^2	o_2=1,81 cm^2
o=1,68 cm^2	o_1=1,19 cm^2	u_2=1,16 cm^2
u=1,12 cm^2	u_1=1,53 cm^2	v_2=0,20 cm^2
v=2,11 cm^2	v_1=0,85 cm^2	**Total** = 30,04 cm^2

Fonte: Os autores.

Chegamos assim que a área interna do Rosário, tomando como referência a Figura 2, é igual a, aproximadamente, 30,04 cm^2. Como o objetivo é conhecermos a área interna do Rosário numa escala real, realizamos as conversões de medidas necessárias para converter as unidades de medida de área de cm^2 em m^2. Para isso foi traçado um segmento de reta *i* sobre a escala, conforme evidenciado na figura 5, e com isto, concluímos que 1,31cm na imagem representa 10m em escala real, do espaço em que o Rosário está situado.

Figura 5 – Conversão de escala.
Fonte: Os autores.

Como se tratava de cálculo de área, realizamos as conversões admitindo que 1,31cm e 10m fossem transformados, respectivamente, em cm^2 e m^2. Efetuando uma regra de três simples para estimarmos qual a área interna do Rosário, como pode ser visualizado nos cálculos realizados na figura 6, concluímos que a área é de, aproximadamente, 1.750, 48m².

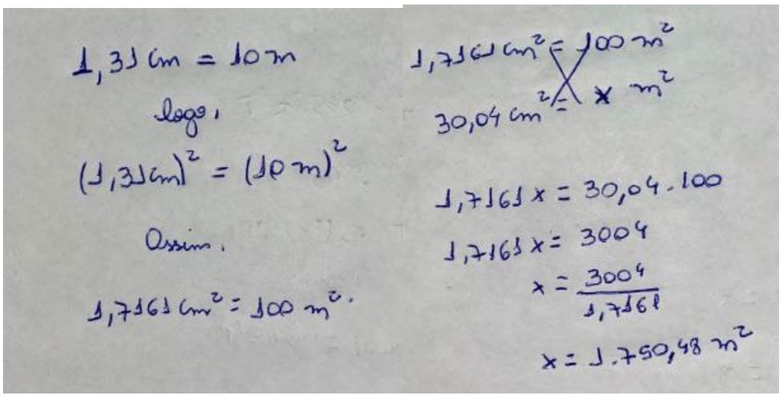

Figura 6 – Procedimentos para estimar a área do Rosário.
Fonte: Os autores.

Assim, com o uso de tecnologias digitais como o *Google Earth* e o s*oftware* GeoGebra estimamos que a área interna total do Rosário é de, aproximadamente, 1.750,48 m^2.

Para validarmos essa medida, sentimos a necessidade de confrontarmos com a realidade, ou seja, de efetuarmos esse cálculo com as medidas retiradas do local para refletirmos se, utilizando estratégias convencionais, qual seria, aproximadamente, a área total do Rosário.

Munidos com estacas e barbante para delimitarmos a região do local do Rosário, além de uma trena para efetuarmos as medidas, dividimos toda a região interna do Rosário em formatos de figuras conhecidas como, retângulos e triângulos já que, pela Figura 2, fica compreensível que se tratava de uma área irregular. Essa estratégia foi importante para que pudéssemos estimar a área de cada uma dessas formas geométricas visando então, ao somá-las, conhecer a área total interna do Rosário. A Figura 7, evidencia esses procedimentos.

Figura 7 – Procedimentos manuais para estimar a área do Rosário.
Fonte: Os autores.

Após devidirmos toda a área em retângulos e triângulos como pode ser observado no croqui na Figura 7 e depois de calcularmos a soma das áreas de todas as figuras geométricas, chegamos ao valor de 1730 m^2, considerando também como sendo uma aproximação. Ao compararmos com a medida obtida utilizando o comando integral no *software* GeoGebra (1750,48m²), refletimos que existe uma diferença de 20,48 m^2.

Para essa diferença de 20,48 m^2 devemos levar em consideração que as margens do Rosário são irregulares e isso acabou dificultando o cálculo da medida de área de pequenos espaços, inviabilizando a delimitação dessas regiões em formas geometricas; outro ponto que devemos levar em consideração é a de que, apesar de todo o esforço para que cada gráfico da função fosse posicionado de acordo com as margens do Rosário, pode ter havido casos em que pequenas diferenças na disposição dos pontos não permitisse que o gráfico tangenciasse as margens.

Tendo posse de todas as informações correspondentes às medidas da área interna do Rosario, retomamos o problema que nos levou a realização dos passoas anteriores: **“Quantos grupos, fazendo piquenique, podem ser acomodados no interior do rosário de Nova Fátima?”**

Para responder a este problema, antes de tudo buscamos saber quais as dimensões de uma toalha de piquenique semelhante à da Figura 8 que, comumente são vistas nos bosques, parques e outros espaços como é o caso do Rosário.

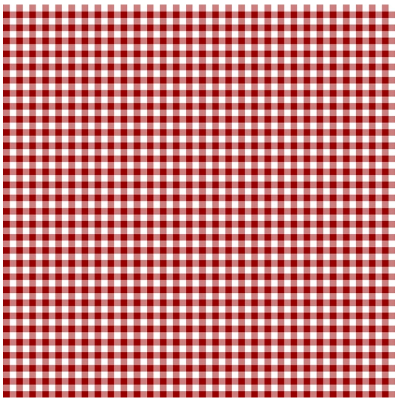

Figura 8 – Toalha comum em piquenique.
Fonte: Pixabay.

De acordo com pesquisas realizadas encontramos as toalhas nos mais diversos tamanhos e para responder à questão, utilizamos uma toalha com dimensões de 3,00x1,50 metros, resultando em um retangulo com 4,5m^2. Além disso, desprezamos os espaços entre a toalha, de modo que o objetivo seja cobrir todo o espaço interno do Rosário com toalhas de piquenique.

Anteriormente, obtivemos por meio do *software* GeoGebra, que a medida da área interna do rosário é de 1750, 48m^2. Por outro lado, as medidas obtidas de forma manual e o respectivo cálculo, resultaram que a área interna do Rosário é de 1730 m^2. Assim, para realizarmos os cálculos, recorremos à medida de tendência central, média aritmética e efetuamos o cálculo com os dois valores, ou seja,

$$\frac{1750{,}48+1730}{2} = 1740{,}24.$$

Para calcular quantas toalhas de piquenique podem ser colocadas na área interna do Rosário utilizamos a seguinte representação:

$$N_t = \frac{A}{a}$$

Em que,

N_t – Número de toalhas;

A – Média aritmética das áreas encontradas;

a – Área da toalha de pequenique considara.

Sintetizando todas as informarções, obtivemos que a média aritmética das áreas encontrada é de 1740,24 m^2 e que a toalha de piquenique considerada tem área de 4,5 m^2. Substituindo essas informações na equação, temos:

$$N_t = \frac{1740,24}{4,5}$$

logo,

$$N_t = 386,72$$

Encontramos, com base nesses valores que, em média, poderão ser dispostas 386,72 toalhas de piquenique na região interna do Rosário. Isso implica em considerarmos toalhas inteiras, ou seja, resultando em 386 toalhas de piquenique.

Os encaminhamentos descritos, anteriormente, foram os da **resolução do problema matemático** e apoiando-nos em Meyer (2020), o quinto passo consistiu na avaliação dos resultados. Ambas as estratégias adotadas nos forneceram resultados semelhantes e, apesar dos diferentes resultados possíveis em um universo abstrato da Matemática, segundo outros modos de estimá-los, avaliamos que os encontrados foram aproximações e, por se mostrarem adequadas, decidimos por utilizar a média aritmética dos valores encontrados.

Destacamos, nesse encaminhamento, que esse movimento é fruto do descrito no sexto passo por Meyer (2020), como sendo uma **avaliação crítica**, mas agora pela ótica da situação real e sua problematica.

O sétimo passo, consiste na **tomada de decisões**. Sob a ótica de um convite, nesse caso, dada a natureza do problema estabelecido, só nos resta a questionar: “E aí, vamos fazer um piquenique no **rosário de Nova Fátima?”.**

Apresetada a modelagem seguindo os passos que foram descritos por Meyer (2020), para o cálculo de área de uma região irregular recorrendo à Modelagem Matemática e ao uso do *software* GeoGebra, na proxima seção refletimos sobre alguns aspectos favorecidos por esta vivência. Nessa seção apresentamos o relato de como ocorreu a nossa experiência enquanto modeladores, utilizando o tecnologias digitais e não digitais. Na próxima seção, portanto, refletimos acerca de como tecnologias digitais e a Modelagem Matemática como recursos didáticos podem colaborar com estudos à luz dessa vivência.

Considerações finais

Neste texto, apresentamos um estudo acerca da Modelagem Matemática e o uso de tecnologias digitais, mais especificamente, o s*oftware* GeoGebra como um facilitador para o cálculo de medida de área de regiões irregulares. Com base nesta experiência, utilizamos de tecnologias digitais e não digitais como recursos que colaboraram com o estudo e criação de modelos matemáticos envolvendo Geometria.

No que se refere ao processo de Modelagem Matemática, fica evidente os passos elencados por Meyer (2020) na delimitação do estudo, envolvendo as tomadas de decisões práticas e teóricas para estimar o cálculo da área pretendida. Além disso, essas escolhas nos permitiram articular os encaminhamentos admitidos nesse estudo com as reflexões apresentadas por Correia e Oliveira (2020). Os autores apresentaram núcleos que expressaram focos das produções em Modelagem Matemática na CNMEM, as quais mencionaram o GeoGebra.

Compreendemos que a Modelagem Matemática do Rosário de Nova Fátima apresentada converge para o segundo núcleo apresentado pelos autores, isto é, neste texto, é possível evidenciar sobre *Aspectos da Modelagem Matemática com GeoGebra*, uma vez que fizemos o uso direto do *software* durante a investigação.

Logo, o uso das tecnologias digitais contribuiu para que pudéssemos visualizar o fenômeno de uma posição que julgamos, sem o uso dela, ser difícil em ser estudado e o GeoGebra contribuiu para que pudéssemos matematizar a situação recorrendo a outros domínios da Matemática como, a Álgebra, facilitando a análise. Combinando-os mediante a riqueza que o *software* proporciona, efetuamos uma estimativa da área delimitada.

Essas discussões nos convidam a ampliar esse horizonte reflexivo e avançarmos na proposta de estudos para a Educação Básica. Compreendemos que aos diferentes aspectos abarcados pela Modelagem Matemática com tecnologias, podem proporcionar caminhos profícuos de aprendizagem. Destacamos, neste sentido, a possibilidade da investigação envolvendo, por exemplo, outros métodos para o cálculo de áreas como esta, a saber: o método geométrico de divisão em figuras, semelhante ao processo da determinação da área da parábola realizada por Arquimedes. Visto que, na atualidade, como a maioria dos alunos possuem acesso às tecnologias, o processo investigativo com ela pode despertar um maior interesse nos alunos para o desenvolvimento de atividades matemáticas.

Nessa linha, as reflexões aqui empreendidas sobre esse tema nos convidam a continuar com as ações do projeto de iniciação cientifica que, em desenvolvimento, objetiva nas próximas ações, a elaboração de uma proposta de ensino para o cálculo de área de regiões irregulares, vislumbrando o seu desenvolvimento na Educação Básica.

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. 24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED. **Anais...** Caxambu-MG, 2001.

BARBOSA, J. C. Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 2007, Ouro Preto. **Anais da V CNMEM**. Ouro Preto: UFOP, 2007, p. 82-103.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C.; HERMINI, H. Estabelecendo critérios para a avaliação do uso de Modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de Ciências Biológicas. In: FAINGUELERNT, E. K.; GOTTLIEB, F. C. (Org.). **Calculadoras Gráficas e Educação Matemática**. Rio de Janeiro: Ed. Art Bureau, p. 95-113, 1999.

BRANDÃO FILHO, M. de A.; CARVALHO FILHO, R. S. de M.; AMARAL, F. M. O uso da modelagem matemática com o GeoGebra no ensino de funções trigonométricas: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e18111931931-e18111931931, 2022.

CORREIA, J. R. M.; OLIVEIRA, W. P. Focos das pesquisas publicadas na CNMEM: Modelagem Matemática e GeoGebra. **Educação Matemática Debate**, v. 4, n. 10, p. 1-21, 2020.

CHARNEI, M. Dificuldade de aprendizagem do cálculo de área de figuras planas retangulares: uma possibilidade através do GeoGebra. **Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação** (WCBIE 2019).

MENEZES, B. S. Utilização do Geogebra com smartphone: Geometria Dinâmica por meio de um cenário para investigação. **Revista REMAT**, v.4. n.1, p.68-77, 2018.

MEYER, J. F. da C. A. Modelagem Matemática: O desafio de se "fazer" a Matemática da necessidade. **Com a Palavra, O Professor**, v. 5, n. 11, p. 140–149, 2020.

ROCHA, R. F.; ROCHA, S. C. P. Sólidos geométricos: área e volume de sólidos geométricos. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 7, n. 1, p. 84-98, 2018.

SOUSA, R. T. de; SANTIAGO, P. V. da S.; ALVES, F. R. V. Modelagem matemática em problemas da OBMEP: visualização geométrica com a contribuição do software GeoGebra. **Revista Ibero-Americana de Tecnologia em Educação e Educação em Tecnologia**, [S. l.], n. 32, pág. e4, 2022.