



**PROFMAT**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROP  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE  
NACIONAL - PROFMAT**

**ANTONIO RIBEIRO DE SOUSA NETO**

**ANÁLISE DA DENGUE EM TERESINA-PI: APLICAÇÕES DO  
GEOGEBRA E EXCEL PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO  
COMPORTAMENTO DA DOENÇA DURANTE O SÉCULO XXI**

**TERESINA  
2025**

**ANTONIO RIBEIRO DE SOUSA NETO**

**ANÁLISE DA DENGUE EM TERESINA-PI: APLICAÇÕES DO  
GEOGEBRA E EXCEL PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO  
COMPORTAMENTO DA DOENÇA DURANTE O SÉCULO XXI**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado Profissional em Matemática em Rede  
Nacional – PROFMAT, da Universidade  
Estadual do Piauí – UESPI, como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de Mestre em  
Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Matemática

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lilane de Araujo  
Mendes Brandão

**TERESINA  
2025**

S725a Sousa Neto, Antônio Ribeiro de.

Análise da dengue em Teresina-PI: aplicações do GeoGebra e Excel para representação gráfica do comportamento da doença durante o século XXI / Antônio Ribeiro de Sousa Neto. - 2025.  
80 f.: il.

Dissertação (graduação) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual do Piauí, 2025.  
"Orientação: Profa. Dra. Lilane de Araujo Mendes Brandão".

1. Funções. 2. Dengue. 3. Excel. 4. GeoGebra. I. Brandão, Lilane de Araujo Mendes . II. Título.

CDD 511.5


**ANTONIO RIBEIRO DE SOUSA NETO**

**ANÁLISE DA DENGUE EM TERESINA-PI: APLICAÇÕES DO GEOGEBRA E  
EXCEL PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO COMPORTAMENTO DA  
DOENÇA DURANTE O SÉCULO XXI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Mestrado em  
Matemática do PROFMAT/UESPI, como requisito obrigatório para a obtenção do  
grau de MESTRE em Matemática.


Área de concentração: Matemática na Educação Básica

Aprovado por:

Documento assinado digitalmente  
 LILANE DE ARAUJO MENDES BRANDAO  
Data: 10/10/2025 10:54:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Profa. Dra. Lilane de Araújo Mendes Brandão (Presidente e Orientadora)  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Documento assinado digitalmente  
 PEDRO ANTONIO SOARES JUNIOR  
Data: 10/10/2025 10:59:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Pedro Antônio Soares Junior – Examinador (interno)  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Documento assinado digitalmente  
 MARIO GOMES DOS SANTOS  
Data: 10/10/2025 12:22:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Mario Gomes dos Santos – Examinador (externo)  
Universidade Federal do Piauí - UFPI

**TERESINA**  
**SETEMBRO/2025**

## RESUMO

A dengue é uma doença viral que afeta milhões de brasileiros anualmente, configurando-se como um grave problema de saúde pública. Compreender os fatores que influenciam sua disseminação é essencial para desenvolver estratégias de mitigação. Nesse cenário, a modelagem matemática se apresenta como uma ferramenta eficaz para representar o comportamento da doença ao longo do tempo, permitindo que alunos compreendam, por meio de dados reais, o crescimento dos casos. Diante da relevância social e científica da dengue, esta pesquisa investiga como o crescimento dos casos da doença no Brasil pode ser analisado por meio de gráficos de funções, com o objetivo de integrar conteúdos matemáticos ao ensino médio. Busca-se oferecer aos professores uma abordagem prática e acessível que conecte teoria matemática à realidade epidemiológica, promovendo um ensino contextualizado. Utilizando os softwares Excel e GeoGebra, foram construídos gráficos de funções baseados em dados reais sobre a incidência da dengue. A proposta permite simular cenários e analisar possíveis relações entre variáveis, a fim de investigar o comportamento da doença em diversos períodos. Essa abordagem facilita a visualização e interpretação dos dados, promovendo o uso de tecnologias digitais no ensino da matemática. A aplicação dessa metodologia contribui significativamente para a formação docente, ao oferecer uma ferramenta pedagógica que alia teoria e prática. Além disso, estimula nos alunos o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e análise de dados, fortalecendo a compreensão de conceitos matemáticos em situações reais e ampliando a conscientização sobre questões de saúde pública.

**Palavras-chave:** Funções; Dengue; Excel; GeoGebra.

## **ABSTRACT**

Dengue is a viral disease that affects millions of Brazilians annually, representing a serious public health problem. Understanding the factors that influence its spread is essential for developing mitigation strategies. In this context, mathematical modeling emerges as an effective tool to represent the behavior of the disease over time, allowing students to comprehend, through real data, the growth of cases. Given the social and scientific relevance of dengue, this research investigates how the increase in cases of the disease in Brazil can be analyzed through function graphs, with the aim of integrating mathematical content into high school education. The goal is to provide teachers with a practical and accessible approach that connects mathematical theory to epidemiological reality, promoting contextualized teaching. Using Excel and GeoGebra software, function graphs were constructed based on real data on dengue incidence. The proposal allows simulating scenarios and analyzing possible relationships between variables in order to investigate the behavior of the disease over different periods. This approach facilitates the visualization and interpretation of data, promoting the use of digital technologies in mathematics education. The application of this methodology significantly contributes to teacher training by offering a pedagogical tool that combines theory and practice. Furthermore, it encourages students to develop skills such as critical thinking, problem-solving, and data analysis, strengthening their understanding of mathematical concepts in real-world situations and raising awareness of public health issues.

**Keywords:** Functions; Dengue; Excel; GeoGebra.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Introdução ao Problema de Pesquisa .....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Contextualização da dengue no Mundo e no Brasil .....	11
2.1.2 Importância da análise de dados epidemiológicos .....	13
<b>2.2 Saúde Pública e Educação .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Softwares .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Uso de TICs e sua relevância para educação .....	18
2.3.2 GeoGebra como Ferramenta Tecnológica para o Ensino da Matemática .....	20
2.3.2.1 Funcionalidades principais do GeoGebra .....	21
2.3.2.2 Utilização do GeoGebra na Educação Matemática, especificamente no Estudo de Funções .....	26
2.3.3 Excel como Recurso Educacional em Matemática.....	27
2.3.3.1 Introdução ao Excel .....	27
2.3.3.2 Funções e ferramentas úteis para análise de dados .....	28
2.3.3.3 Aplicações do Excel na educação matemática e no estudo de gráfico de funções .....	31
<b>2.4 Educação Matemática e Estudo de Funções .....</b>	<b>33</b>
2.4.1 Benefícios do Uso de Ferramentas Digitais (GeoGebra e Excel) no Ensino de Funções .....	38
<b>2.5 Integração das Ferramentas Digitais no Ensino de Matemática .....</b>	<b>40</b>
2.5.1 Metodologias para a integração do GeoGebra e Excel em sala de aula .....	40
2.5.2 Estudos de caso, experiências práticas de professores e avaliação da eficácia das ferramentas digitais no aprendizado dos alunos.....	42
<b>2.6 Funções .....</b>	<b>44</b>
2.6.1 Definição e conceitos relacionados a funções .....	44
2.6.1.1 Conjuntos .....	44
2.6.1.2 Conjuntos Numéricos .....	44
2.6.1.3 Plano Cartesiano .....	45
2.6.2 Funções Matemáticas .....	46

2.6.2.1 Função Crescente e Função Decrescente num Intervalo.....	46
2.6.2.2 Função Constante .....	48
2.6.2.3 Função Afim .....	49
2.6.2.4 Função Quadrática .....	51
2.6.2.5 Função Exponencial .....	52
2.6.2.6 Função Logarítmica .....	54
2.6.3 Gráficos de Dispersão .....	56
2.6.4 Coeficiente de Determinação .....	60
<b>2.7 Aplicações</b> .....	61
2.7.1 Uma Introdução às Aplicações .....	61
2.7.2 Modelo linear .....	63
2.7.3 Modelo polinomial do 2º Grau .....	65
2.7.4 Modelo exponencial .....	68
2.7.5 Modelo logarítmico .....	70
<b>2.8 Produto Educacional</b> .....	73
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	74
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Tela inicial e principal do Software GeoGebra .....	21
Figura 02 – Entrada de comandos e janela gráfica do Software GeoGebra.....	22
Figura 03 – Ferramenta de Solução e Manipulação do Software GeoGebra .....	22
Figura 04 – Botão de funções do Software GeoGebra .....	23
Figura 05 – Botão de gráficos do Software GeoGebra .....	23
Figura 06 – Ferramentas geométricas do Software GeoGebra I.....	24
Figura 07 – Ferramentas geométricas do Software GeoGebra II .....	24
Figura 08 – Controle de Camadas do Software GeoGebra.....	25
Figura 09 – Ferramentas de Construção do Software GeoGebra.....	25
Figura 10 – Configuração de linhas, colunas e valores .....	28
Figura 11 – Planilha de Análise de Dados .....	29
Figura 12 – Formatação Condicional.....	29
Figura 13 – Ferramenta de Gráficos .....	30
Figura 14 – Função Fórmula .....	31
Figura 15 – Gráfico da Função Crescente I .....	46
Figura 16 – Gráfico da Função Crescente II .....	47
Figura 17 – Gráfico da Função Decrescente I .....	47
Figura 18 – Gráfico da Função Decrescente II .....	48
Figura 19 – Gráfico da Função Constante I .....	48
Figura 20 – Gráfico da Função Constante II .....	49
Figura 21 – Gráfico da Função Afim I .....	50
Figura 22 – Gráfico da Função Afim II .....	50
Figura 23 – Gráfico da Função Quadrática I .....	51
Figura 24 – Gráfico da Função Quadrática II .....	51
Figura 25 – Gráfico da Função Quadrática III .....	52
Figura 26 – Gráfico da Função Quadrática IV .....	52
Figura 27 – Gráfico da Função Exponencial I .....	53
Figura 28 – Gráfico da Função Exponencial II .....	53
Figura 29 – Gráfico da Função Exponencial III .....	54
Figura 30 – Gráfico da Função Exponencial IV .....	54
Figura 31 – Gráfico da Função Logarítmica I .....	55
Figura 32 – Gráfico da Função Logarítmica II .....	55

Figura 33 – Gráfico da Função Logarítmica III .....	56
Figura 34 – Gráfico da Função Logarítmica IV .....	56
Figura 35 – Gráfico da Função Afim – Excel .....	58
Figura 36 – Gráfico da Função Polinomial do 2º Grau – GeoGebra .....	58
Figura 37 – Doenças e Agravos de Notificação – 2007 em diante (SINAN) .....	61
Figura 38 – Dengue – Notificações Registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Piauí .....	62
Figura 39 – Continuação Dengue – Notificações Registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Piauí .....	62
Figura 40 – Gráfico Função Afim III .....	63
Figura 41 – Gráfico Função Afim IV.....	64
Figura 42 – Gráfico Função Logarítmica V .....	64
Figura 43 – Gráfico Função Logarítmica VI.....	65
Figura 44 – Gráfico Função Quadrática II .....	66
Figura 45 – Gráfico Função Quadrática IV.....	66
Figura 46 – Gráfico Função Logarítmica VII .....	67
Figura 47 – Gráfico Função Logarítmica VII .....	67
Figura 48 – Gráfico Função Exponencial V.....	68
Figura 49 – Gráfico Função Exponencial VI.....	69
Figura 50 – Gráfico Função Logarítmica IX.....	69
Figura 51 – Gráfico Função Logarítmica XI.....	70
Figura 52 – Gráfico Função Logarítmica XII .....	71
Figura 53 – Gráfico Função Logarítmica XIII .....	71
Figura 54 – Gráfico Função Afim V .....	72
Figura 55 – Gráfico Função Afim VI .....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01.....	57
----------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade a conclusão do mestrado profissional em Matemática. Será realizada uma abordagem sobre o uso das funções matemáticas com o apoio das ferramentas Excel e GeoGebra, aplicadas na representação gráfica do número de casos confirmados de dengue em Teresina-PI ao longo do século XXI.

A dengue é uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, considerada atualmente um dos maiores desafios de saúde pública no país. Os primeiros registros documentados no Brasil ocorreram em 1981, em Roraima, e desde então a doença tem se espalhado de forma contínua, com surtos epidêmicos recorrentes em diferentes regiões (Brasil, 2025). De acordo com dados do Ministério da Saúde repassados para a Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil concentrou no ano de 2024 mais de 80% dos casos notificados nas Américas, revelando a gravidade e a persistência desse problema epidemiológico (Opas, 1995).

Diversos fatores contribuem para a disseminação da dengue, entre eles as condições climáticas favoráveis, a urbanização desordenada e o saneamento básico precário. Além disso, a circulação simultânea de diferentes sorotipos aumenta o risco de casos graves, como a dengue hemorrágica e a síndrome do choque da dengue. Diante desse cenário, torna-se relevante desenvolver estratégias de análise e compreensão da evolução da doença, tanto para a área da saúde quanto para o campo educacional.

No contexto educacional, a análise matemática de dados epidemiológicos representa uma oportunidade de tornar o ensino de funções mais concreto e palpável. Ao associar conceitos matemáticos à análise dos casos confirmados de dengue, cria-se um elo entre teoria e prática, permitindo que os estudantes percebam a aplicabilidade da matemática em problemas sociais concretos. Assim, o uso do Excel e do GeoGebra torna-se um recurso pedagógico relevante, ao possibilitar a construção de gráficos, simulações e interpretações acessíveis no ambiente escolar.

Nesta dissertação são apresentados modelos matemáticos aplicados aos casos confirmados de dengue em Teresina-PI durante o século XXI, com foco na utilização das funções afim, quadrática, exponencial e logarítmica. Para tanto, são empregados os softwares Excel e GeoGebra como ferramentas de elaboração e análise gráfica. Os dados foram obtidos em fontes oficiais do Ministério da Saúde, disponíveis no site DATASUS, e, a partir deles, foram construídos e ajustados modelos matemáticos, cuja verificação de aderência foi feita por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Introdução ao Problema de Pesquisa

#### 2.1.1 Contextualização da dengue no Mundo e no Brasil

O primeiro caso de dengue no mundo não possui uma data exata confirmada, mas os relatos históricos apontam para registros muito antigos, descritos com base em critérios clínico-epidemiológicos antes da descoberta do vírus. No livro *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*, segundo GUBLER (1997), foi na China na Dinastia Jin, em 265-420 d.C., formalmente editada na Dinastia Tang, em 610 d.C., e novamente na Dinastia Sung do Norte em 992 d.C., que o termo “veneno da água” mencionado em textos chineses antigos possivelmente se refere à dengue, devido à associação com áreas próximas à água parada, habitat do vetor transmissor.

De acordo com GUBLER (2006) e KUNO (2007) apud LARA (2022), Kimura em 1943, Hotta em 1944 e Sabin e Schlesinger em 1945 foram os primeiros cientistas que pela primeira vez realizaram o isolamento do microrganismo causador da dengue. Entretanto, existem relatos clínicos datados de 600 d.C. em uma enciclopédia chinesa e registros de surtos de um tipo de doença febril em uma parte da Índia Francesa no ano de 1635 e no Panamá no ano de 1699 (GUBLER, 1997).

Iniciou-se no século XVIII a pandemia de uma doença com semelhanças ao que se conhece da dengue pela comunidade epidemiológica mundial. Cidadãos de Jacarta, Indonésia, e do Egito, no ano de 1779, e um ano após, dos Estados Unidos, foram vítimas dessa doença até então desconhecida. Entretanto, existem estudiosos que afirmam que se tratou de dengue, e outros não concordam com tal afirmação (GUBLER, 1997).

A partir do século XIX, existem registros de ocorrência de grandes epidemias, como no Caribe e na Costa Atlântica dos Estados Unidos nos anos de 1827 e de 1848 a 1850. Anos depois, a Austrália, nos anos de 1879, 1885 e 1897, registrou casos desta epidemia, e, em 1920, nas Filipinas e na Ásia, a doença também foi identificada. Estes casos são reflexos do desenvolvimento do transporte comercial no século XIX entre os portos do Caribe e sul dos Estados Unidos com o resto do mundo.

Segundo TORRES (1998), o primeiro caso de dengue hemorrágica foi registrado nas Filipinas no ano de 1953, mesmo a dengue tendo sido encontrada no estágio benigno da doença. Porém, após a Segunda Guerra Mundial, a circulação de diversos sorotipos aumentou significativamente em uma mesma região demográfica. Posteriormente, outros países da mesma região asiática, como Vietnã do Sul, Cingapura e Malásia, começaram a relatar também

casos mais graves da doença.

A Organização das Nações Unidas (ONU) alerta que o Brasil possuía mais de 80% dos casos de dengue de todo o continente americano no ano de 2024. E ainda que, diferente do que relatou na década de 1980 a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 1995), onde países como Colômbia, México e Brasil tiveram surtos da doença, somente o Brasil até o momento enfrenta grandes desafios em controlar o crescimento nos casos anuais de dengue em relação a esses três países citados.

Conforme o MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL, 2025), a dengue é uma doença provocada por vírus presente no mundo inteiro, caracterizada por febre aguda provocada por infecção e podendo apresentar forma benigna ou grave, dependendo de fatores como doenças crônicas do paciente infectado e tipo de vírus, uma vez que, até o momento, são conhecidos quatro sorotipos – DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 – que apresentam distintos materiais genéticos (genótipos) e linhagens. Em um contexto histórico nacional, o Ministério da Saúde sugere que,

[...] as evidências apontam que o mosquito tenha vindo nos navios que partiam da África com escravos. No Brasil, a primeira epidemia documentada clínica e ocorreu laboratorialmente em 1981-1982, em Boa Vista-RR, causada pelos sorotipos 1 e 4. Após quatro anos, em 1986, ocorreram epidemias atingindo o estado do Rio de Janeiro e algumas capitais da região Nordeste. Desde então, a dengue vem ocorrendo de forma continuada (endêmica), intercalando-se com a ocorrência de epidemias, geralmente associadas à introdução de novos sorotipos em áreas indenes (sem transmissão) e/ou alteração do sorotipo predominante, acompanhando a expansão do mosquito vetor (BRASIL, 2025).

No Brasil, a picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti* transmite o vírus da dengue. Enquanto isso, a Fundação Oswaldo Cruz emite alertas constantes à população, destacando a importância de evitar água parada dentro e ao redor das residências. Esses locais são propícios para a multiplicação e proliferação do mosquito transmissor da dengue, que costuma picar pessoas no início da manhã ou no fim da tarde (FIOCRUZ, 2025).

A existência de quatro tipos diferentes desse vírus (DENV-1, 2, 3 e 4), como já citado anteriormente, gera um olhar ainda mais cuidadoso para essa infecção. Somente uma delas possibilita imunidade permanente à pessoa infectada, podendo pegar várias vezes a dengue e ainda ser assintomática. Agora, caso a pessoa tenha duas ou mais vezes a doença provocada pelos demais sorotipos, o risco aumenta para o desenvolvimento dos casos mais graves da doença, sendo elas a dengue hemorrágica e a síndrome do choque da dengue. Ainda que, na grande maioria dos casos, sejam somente das formas mais leves da doença, o cuidado deve ser

sempre redobrado e sempre deve ser acompanhado por um profissional da saúde para o melhor diagnóstico e tratamento do paciente.

Fatores climáticos, saneamento básico precário, crescimento acelerado e sem organização da população urbana e simultaneamente da infraestrutura das cidades são as condições que aumentam ainda mais a proliferação do mosquito. O fato da dengue ser uma doença com característica de padrão sazonal, propicia o aumento do número de casos e risco de epidemias por questões climáticas como volume de chuvas e clima, principalmente entre os meses de outubro a maio.

Em 21 de dezembro de 2023, a vacina contra a dengue foi incorporada no Sistema Único de Saúde (SUS). Para o BRASIL (2025, p. 12), “a inclusão da vacina da dengue é uma importante ferramenta no SUS para a dengue ser classificada como mais uma doença imunoprevenível”. Contudo, o órgão alerta que todas as faixas etárias são igualmente suscetíveis à doença, porém pessoas com doenças crônicas, grávidas, crianças de pouca idade e idosos têm maior risco de desenvolver casos graves da doença e até mesmo de morte.

### 2.1.2 Importância da análise de dados epidemiológicos

Em saúde pública (SP) e Atenção Básica em Saúde (AB), a Associação Internacional de Epidemiologia (1973), em seu Guia de Métodos de Ensino, define epidemiologia como “o estudo dos fatores que determinam a frequência e a distribuição das doenças nas coletividades humanas”.

Ao longo da história, as epidemias desempenharam um papel significativo na dinâmica das populações humanas. Elas representam eventos marcantes, com grandes impactos que ultrapassam fronteiras, desde os primeiros grupos humanos até os dias atuais. Essas epidemias também influenciaram a criação de políticas e ações externas para a proteção e segurança da saúde pública (SENHORAS, 2020).

Das grandes epidemias que assolaram a humanidade e que se tem registros, em sua grande maioria, são transmitidas ao ser humano através do contato com animais de diferentes espécies, resultado de agentes patogênicos biológico, de acordo com PIRET e BOIVIN (2021). As consequências dessas devastações provocadas por doenças que assolaram parte da humanidade devem-se ao crescimento populacional e à forma de dispersão pela Terra, propiciando condições para a proliferação dessas doenças.

Segundo LITTMAN (2009) e PAPAGRIGORAKIS (2006), uma das primeiras epidemias documentadas na história foi a Peste de Atenas, ocorrida em 430 a.C., descrita pelo

historiador e general grego Tucídides. Na época, os atenienses acreditavam que o inimigo, durante a Guerra do Peloponeso (430–427 a.C.), havia envenenado a água, causando a propagação da doença, com a morte de mais de dois terços da população da cidade de Atenas. Em toda a Grécia, destaca Tucídides, os impactos sociais causados por esse evento vão desde a desorganização generalizada, marcada por abandono, egoísmo e aumento das infrações às leis. A guerra proporcionou um impacto epidemiológico de transmissão em cadeia da doença, onde causas e hipóteses prováveis era de peste bubônica, varíola ou sarampo; porém estudos recentes sugerem que a praga de Atenas tenha sido causada por febre tifoide.

Após esse fato, sucederam outras grandes epidemias pelo mundo. No período compreendido entre os séculos II e III, por volta do ano 165 d.C., o Império Romano foi acometido por duas doenças de grandes proporções: a peste Antonina, também conhecida como a praga de Galeno, e a peste de Cipriano, ocorrida em 250 d.C. em Roma (CRAVIOTO, 2013). De acordo com SANG (2020), a praga de Justiniano, o primeiro caso de grandes proporções de peste bubônica, ceifou cerca de 50 milhões de vidas, equivalente a mais de 20% da população mundial em 541 d.C.

No segundo milênio, a Europa registrou epidemias de grande proporção. A doença de Hansen, nome dado à Lepra na época, assolou o continente no século XI. No século XIV, a Peste Negra atingiu seu ápice, tornando-se a maior pandemia da humanidade, com efeitos devastadores persistindo até o século XIX. Entre esses séculos, a expansão marítima e territorial para colonização trouxe consequências devastadoras para populações indígenas das Américas, Ásia e África.

No século XIX, em 1817, surgiu o primeiro grande surto de cólera, com impactos devastadores na Europa. A partir de 1889, com a Gripe Russa, que causou mais de 350 mil mortes, surgiram também a Gripe Espanhola (1918–1919) e a Gripe Asiática (1957).

No século XXI, autoridades mundiais enfrentam desafios para conter a pandemia de gripe A, iniciada em 2009. Mais tarde, em 2019, a atenção voltou-se para a pandemia da COVID-19. Atualmente, outras doenças transmissíveis, como Ebola, Zika, Dengue e Chikungunya, continuam demandando atenção, sendo consideradas epidemias de alto potencial de transmissibilidade (FRITZELL *et al.*, 2018).

Todos esses fatos históricos evidenciam a importância da análise e interpretação de dados epidemiológicos. Associando o surgimento de epidemias modernas ao crescimento desordenado das cidades, ao saneamento precário, fatores climáticos e à mobilidade urbana internacional, é possível visualizar cenários de atenção para novos eventos de doenças.

A crise da pandemia de COVID-19 ilustra os reflexos globais de uma pandemia,



evidenciando “a necessidade de um pensamento diferente sobre os modelos de resposta, tanto no domínio da prevenção, como da gestão dos riscos, no controle e monitorização de eventos inesperados e difíceis de prever” (FERNANDES, 2021). Fica clara a relevância da parceria entre cientistas e pesquisadores de todo o mundo para a realização de estudos que possibilitem melhor entendimento, dimensionamento, controle, tratamento e erradicação de epidemias, bem como a troca de experiências eficazes em saúde pública entre governos e entidades privadas.

As aplicações práticas da análise de dados epidemiológicos, como o monitoramento e vigilância de doenças, o planejamento e gestão em saúde pública e a prevenção e controle de doenças, mostram a relevância associada a

[...] respostas articuladas, centradas nas pessoas, tendo em vista a eficácia dos resultados num contexto de planejamento dos recursos, a fim de salvaguardar a proteção específica da saúde através da cobertura geral e universal dos cuidados de saúde (FERNANDES, 2021, p. 27).

Fato este, bem plausível diante dos avanços do campo da pesquisa científica e tecnológica, tornando ainda mais importante a tomada de decisões baseadas em evidências, impactando tanto políticas públicas em saúde quanto o planejamento a longo prazo.

São grandes os desafios na análise de dados epidemiológicos, que vão desde a qualidade e disponibilidade desses dados até fatores socioeconômicos, culturais e éticos relacionados à tecnologia. Entretanto, como afirmam KUMAR *et al.* (2020), atualmente o modelo de saúde pública a nível global deve antever e precaver a população diante de riscos iminentes de epidemias de grande potencial, intensificando iniciativas de controle e monitoramento da transmissibilidade das doenças por meio de pesquisas científicas.

## 2.2 Saúde Pública e Educação

A Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, assegura ao cidadão o acesso à educação para que, por meio desta, o educando exerça plenamente a cidadania. Simultaneamente, afirma que a escola tem como missão ofertar propostas de intervenção que sejam encorajadoras, eficientes e relevantes entre professores e alunos, com o objetivo de formar e transferir conhecimento para que os estudantes se tornem sujeitos preparados para o mercado de trabalho, cidadãos críticos e capazes de contribuir para a formação de uma sociedade sustentável e cada vez mais saudável (BRASIL, 1996).

A Educação Ambiental teve marcos importantes em todo o mundo e no Brasil como a Conferência de Estocolmo em 1972 e a inclusão no artigo 225 da Constituição Federal brasileira de 1988. Os variados temas associados a essa pauta proporcionam situações multidisciplinares e, dessa forma, integram diferentes partes do currículo dos estudantes, promovendo estruturas mais sólidas de um ambiente saudável e preparando gerações futuras para viver em ambientes sustentáveis e com qualidade (BRASIL, 1999).

A escola, enquanto espaço de ensino-aprendizagem, torna-se essencial para a disseminação de conhecimentos sobre epidemias e a conscientização no ambiente escolar. Como afirmam FERREIRA *et al.* (2019), “as crianças, enquanto estudantes, sempre estão mais suscetíveis a receberem informações de uma forma mais compreensiva e mais intensa, de modo a passar adiante tais informações, contribuindo assim, para a conscientização e mobilização da comunidade em que estas estão inseridas”.

Devido ao alto número de pessoas atingidas e à gravidade da doença, a dengue tem se tornado um destaque ao longo dos anos. Considerada um grande desafio para a saúde pública, representa uma dificuldade significativa tanto para o governo quanto para a população. Segundo ARANHA (2014), a educação e a conscientização da população são fundamentais para reduzir ou, em cenários mais otimistas, eliminar os surtos epidêmicos dessas doenças.

Uma justificativa para a referida situação, como afirma ASSIS (2013, apud BRASIL *et al.*, 2009, p. 634), deve-se ao fato da dengue

(...) estar presente em todo o território nacional e em todos os setores da sociedade, com focos e criadouros tanto na periferia quanto em condomínios de luxo nos grandes centros urbanos, levou a doença a ganhar o posto de arbovirose que mais acomete o ser humano. Dentre as medidas preconizadas para a prevenção e controle do agravo, incluem-se as ações de educação em saúde no espaço escolar, que devem levar em consideração os diferentes atores sociais envolvidos no processo, tais como alunos, professores e demais membros da comunidade escolar (ASSIS, 2013 apud BRASIL *et al.*, 2009, p. 634).

No currículo escolar, os temas voltados à educação em saúde são, em sua maioria, trabalhados nas disciplinas de Ciências, no Ensino Fundamental, e Biologia, no Ensino Médio.

No Ensino Fundamental, a escola deve enfatizar, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a construção de saberes que orientem, de maneira independente, a adoção de hábitos diários para garantir a proteção da saúde coletiva e individual, priorizando questões de saúde, como a dengue, de acordo com a realidade dos estudantes (BRASIL, 2000).

No Ensino Médio, além dos conteúdos já abordados nas séries anteriores, deve-se dar ênfase aos temas ambientais, uma vez que a educação ambiental transformadora molda a forma como os indivíduos se relacionam com o meio ambiente. Esse processo ocorre porque enfatiza a educação enquanto prática permanente, cotidiana e coletiva, na qual agimos e refletimos, transformando a realidade (BARBOSA, 2020). Assim, a formação de cidadãos críticos e preparados para contribuir com medidas de prevenção e combate à dengue encontra espaço nas disciplinas de Ciências e Biologia, juntamente com outras áreas do currículo escolar.

Considerando a relevância da dengue para a saúde pública, esta deve ser abordada no conteúdo escolar não apenas de forma superficial sobre os processos biológicos, mas também quanto às formas de prevenção e cuidados (BATISTA *et al.*, 2010). Portanto, é necessário aprofundar o tema nos livros didáticos e no currículo, reconhecendo a dengue como um assunto relevante para a sociedade. Como afirmam CARLINI-COTRIM e ROSEMBERG (1991), o espaço que um tema ocupa em uma obra literária indica a sua importância para o autor e para a sociedade.

A dengue, enquanto temática escolar em todos os níveis de ensino, constitui uma forma eficiente de aprendizado, sensibilizando a comunidade escolar, famílias, bairros e grande parte da sociedade. Conforme PIAGET (1996), o estudante primeiro assimila, depois acomoda e, em seguida, adapta o conhecimento ao meio, colocando-o em prática à medida que desenvolve suas habilidades e opiniões.

A ação ativa da comunidade em atividades de controle, monitoramento e vigilância em saúde para conter a propagação da dengue tem se mostrado uma das formas mais eficazes de controlar a multiplicação do mosquito *Aedes aegypti* (ASSIS *et al.*, 2013), evitando consequências ainda mais complexas para a sociedade.

O professor desempenha papel central na compreensão de temas transversais, promovendo a construção do conhecimento em sala de aula e articulando os conteúdos com situações presentes na sociedade e no entorno dos estudantes, incentivando-os a refletir e agir na solução de problemas.

Conforme os PCNs, para que os conhecimentos matemáticos ganhem significado para os estudantes, é fundamental que haja conexão entre os conceitos matemáticos e situações do cotidiano, permitindo que os alunos explorem procedimentos e habilidades de forma mais rica (BRASIL, 2000).

Dessa forma, observa-se a relação entre a educação matemática e os temas de saúde pública, essencial para que os alunos compreendam e apliquem conceitos matemáticos na análise e solução de problemas reais, como a interpretação de dados epidemiológicos, a

distribuição de recursos médicos e a prevenção de doenças. Essa abordagem contribui para a formação de cidadãos críticos, capazes de interpretar dados e tomar decisões informadas sobre saúde (FREIRES *et al.*, 2024 apud NUTBEAM, 2000), além de oferecer ao professor estratégias inovadoras para promover o engajamento e a motivação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem (FREIRES *et al.*, 2024 apud LEE, 2007).

Diante do exposto, reafirma-se a relevância da conscientização sobre epidemias no contexto educacional, com ênfase na dengue, e a importância de contextualizar temas matemáticos para o processo de aprendizagem.

## 2.3 Softwares

### 2.3.1 Uso de TICs e sua relevância para educação

No cenário educacional, a relação entre tecnologia e o ensino de Matemática tem se expandido progressivamente, especialmente à luz das discussões pedagógicas atuais. Esse crescimento está diretamente ligado à influência dos recursos digitais, que, impulsionados pela globalização e pelo acelerado avanço tecnológico, exercem impactos variados na vida das pessoas (SILVA, 2018).

As potencialidades em estratégias de ensino, os benefícios no desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes, bem como a necessidade de adequação e preparo para o cenário digital, evidenciam a relevância dessa relação.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) do Brasil, publicados em 2000, reafirmam a importância de os alunos adquirirem conhecimentos básicos juntamente com preparo científico, visando ampliar suas capacidades de utilizar tanto tecnologias já dominadas quanto novas tecnologias relevantes para suas áreas de atuação (BRASIL, 2000).

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) tem proporcionado mudanças significativas nos métodos tradicionais de ensino dos professores, tanto nas formas de aprendizado e interação quanto na avaliação. O termo TICs, muito utilizado nas escolas atualmente, “pode ser definido como o conjunto total de tecnologias que permitem a produção, o acesso e a propagação de informações, assim como tecnologias que permitem a comunicação entre pessoas” (RODRIGUES, 2016, p. 15).

Diante das diversas possibilidades de ferramentas digitais, os alunos podem acessar conteúdos de forma mais pessoal, adaptando o aprendizado às suas necessidades, interesses intelectuais e acadêmicos. Entre essas ferramentas, destacam-se plataformas educativas,

softwares educacionais, ambientes virtuais de ensino à distância e aplicativos com caráter pedagógico. Dessa forma, o aprendizado ocorre em ambientes dinâmicos e atrativos, potencializando competências essenciais, como trabalho em equipe, autonomia e resolução de problemas.

Na educação contemporânea, os educadores devem estar atentos às etapas de apropriação tecnológica propostas por PASINATO E VOSGERAU (2011, apud MUNHOZ, 2022, p. 41) especialmente os estágios 4 e 5:

- Estágio 4 – Integração: Utiliza a tecnologia e a integra ao currículo para desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. O plano de ensino prevê acesso dos estudantes ao computador para dar continuidade ao trabalho pedagógico fora da sala de aula.
- Estágio 5 – Evolução: A tecnologia já se encontra plenamente integrada ao planejamento do professor, que consegue articular, de forma interdisciplinar, os conteúdos curriculares ao contexto social dos estudantes, utilizando a tecnologia como recurso para a produção do conhecimento (PASINATO; VOSGERAU, 2011, apud MUNHOZ, 2022, p. 41).

Citam-se aqui apenas esses dois estágios, numa escala de 0 a 5, pois compreende-se que, diante da situação da educação contemporânea, seja necessário que o professor esteja em uma dessas realidades para tornar os conceitos abstratos mais acessíveis e visualmente compreensíveis aos alunos.

No ensino de Matemática, as tecnologias permitem que o ensino se afaste de abordagens rígidas e lineares, adotando métodos mais flexíveis e interativos. O uso de softwares de geometria dinâmica, simuladores matemáticos e plataformas interativas possibilita que os estudantes visualizem e experimentem conceitos como funções, gráficos, álgebra e geometria de maneira prática e exploratória. Além disso, plataformas que oferecem respostas instantâneas e exercícios de reforço favorecem a aprendizagem autônoma, permitindo que o estudante identifique suas dificuldades e trabalhe na superação delas de forma eficaz. Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a Matemática apresenta cinco competências específicas. Uma que merece destaque diante do exposto até aqui é a competência 4, que indica que no estudo de funções, por exemplo, o objetivo proposto aos alunos é:

(...) compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional, etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático (BRASIL, 2017, p. 531).

Entretanto, apesar das inovações oferecidas pela tecnologia, é fundamental que sua

implementação no ambiente escolar seja cuidadosamente planejada. A simples introdução de dispositivos digitais ou softwares matemáticos não garante a melhoria da qualidade do ensino. É necessário que os educadores recebam formação contínua para utilizar essas ferramentas de maneira eficaz, que sejam feitos mais investimentos na estrutura tecnológica das escolas e políticas públicas voltadas para esta área específica, além de considerar a realidade socioeconômica dos alunos, garantindo o acesso equitativo às tecnologias (COSTA, 2013).

Outro desafio é o equilíbrio entre o uso das tecnologias e a manutenção de práticas pedagógicas que favoreçam a reflexão crítica e a aprendizagem profunda. A tecnologia deve ser vista como um meio, e não como um fim. Seu papel é apoiar o processo de ensino-aprendizagem, mas não substituir a interação humana, a discussão em grupo ou o desenvolvimento do pensamento crítico. Desta forma, o professor deve auxiliar o educando a compreender quais fontes de conhecimento são confiáveis e ensinar a eles a desenvolver senso crítico, absorvendo significado sobre o que recebem de informação, mensagens ou conteúdo (LIBÂNEO, 2011).

A incorporação das tecnologias no ensino de Matemática e na educação de forma geral é um caminho promissor, que traz inúmeras vantagens no aprimoramento das práticas pedagógicas e no desenvolvimento de competências dos alunos. Com isso, é possível criar ambientes de aprendizagem mais ricos, dinâmicos e capazes de preparar os estudantes para os desafios do futuro.

### 2.3.2 GeoGebra como Ferramenta Tecnológica para o Ensino da Matemática

Para iniciar o diálogo sobre um dos aspectos mais funcionais e acessíveis da relação entre a educação e a tecnologia, falaremos sobre uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de estudantes da educação básica, conhecida como GeoGebra.

De acordo com GEOGEBRA (2013, apud FERRI *et al.*, 2013, p.20)

O GeoGebra é um software gratuito criado por Markus Hohenwarter, da Universidade de Salzburg, que iniciou o projeto no ano de 2001. Foi desenvolvido com o intuito de ser uma ferramenta educacional que auxilia, de forma dinâmica, no ensino da Matemática através de funcionalidades que envolvem o uso de geometria, álgebra, cálculo, tabelas, estatística, dentre outras GEOGEBRA (2013, apud FERRI *et al.*, 2013, p.20)

Uma combinação de recursos dinâmicos permite visualizar e interagir com construções matemáticas em tempo real. Com facilidade de utilização em sala de aula, o

GeoGebra facilita o ensino de forma visual e intuitiva, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos.

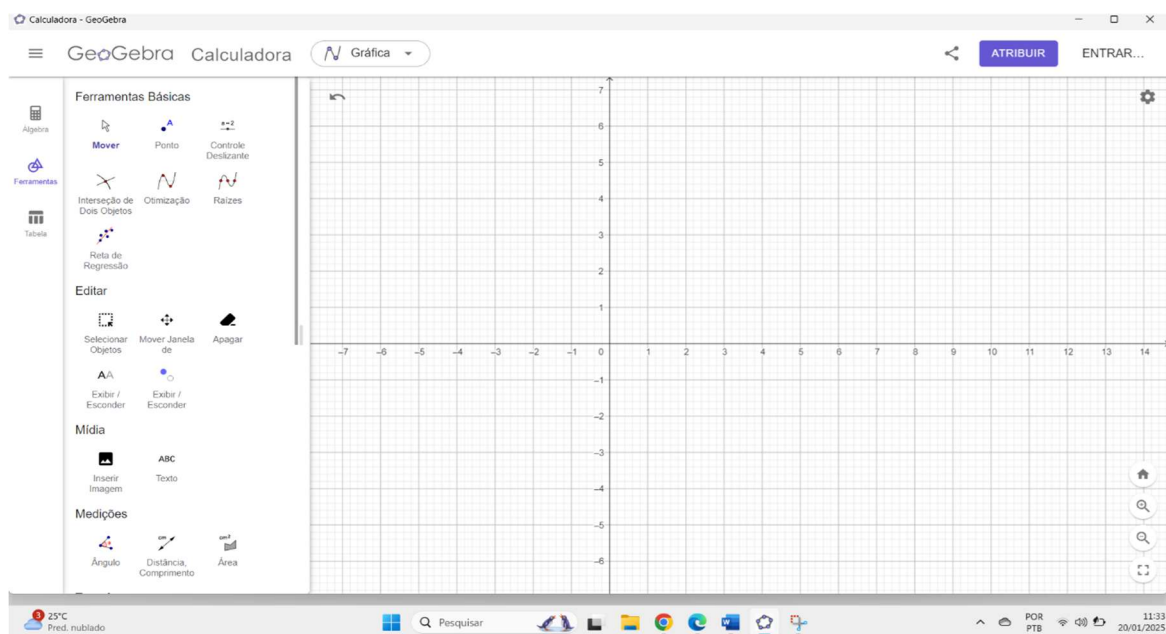
Além disso, sua interface amigável e ferramentas diversas tornam o software acessível tanto para professores quanto para alunos, permitindo criar desde construções geométricas simples até representações gráficas complexas (BASNIAK; ESTEVAM, 2014).

RÊGO (2000) destaca que as tecnologias, em particular os computadores, tornam o aprendizado de funções mais acessível e dinâmico. O autor evidencia que esses recursos não apenas motivam os alunos, mas também aprimoram o entendimento ao facilitar processos complexos, como representar graficamente funções e resolver problemas matemáticos, proporcionando uma experiência de aprendizado mais rica e interativa.

Existem diversas versões do GeoGebra, podendo ser acessadas gratuitamente em tablets e smartphones pelas lojas de aplicativos. Em notebooks e computadores, o software está disponível gratuitamente no site [www.geogebra.org/download?lang=pt](http://www.geogebra.org/download?lang=pt) para diferentes sistemas operacionais, a critério do usuário.

A Figura 01 mostra a tela inicial e principal do software GeoGebra.

**Figura 01 - Tela inicial e principal do Software GeoGebra**



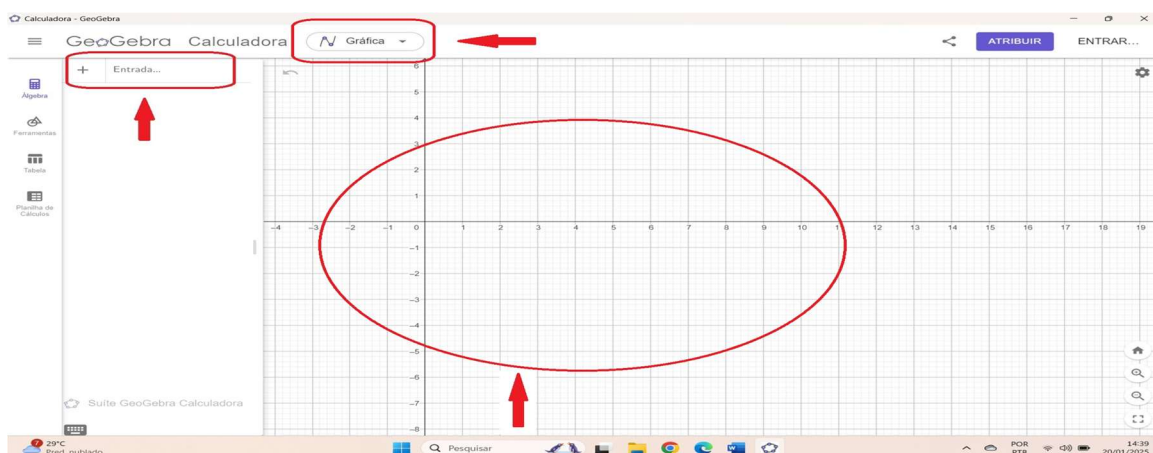
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

### 2.3.2.1 Funcionalidades principais do GeoGebra

A área de entrada ou campo de comandos, conforme Figura 02, permite ao usuário inserir expressões, equações ou comandos diretamente, facilitando a criação de objetos

matemáticos com precisão. Nessa ferramenta o usuário consegue digitar o nome do ente matemático que deseja visualizar na janela gráfica 2D ou 3D. Nessa janela são exibidas representações visuais, como pontos, linhas, polígonos e gráficos de funções. Esse é o espaço central para construções dinâmicas.

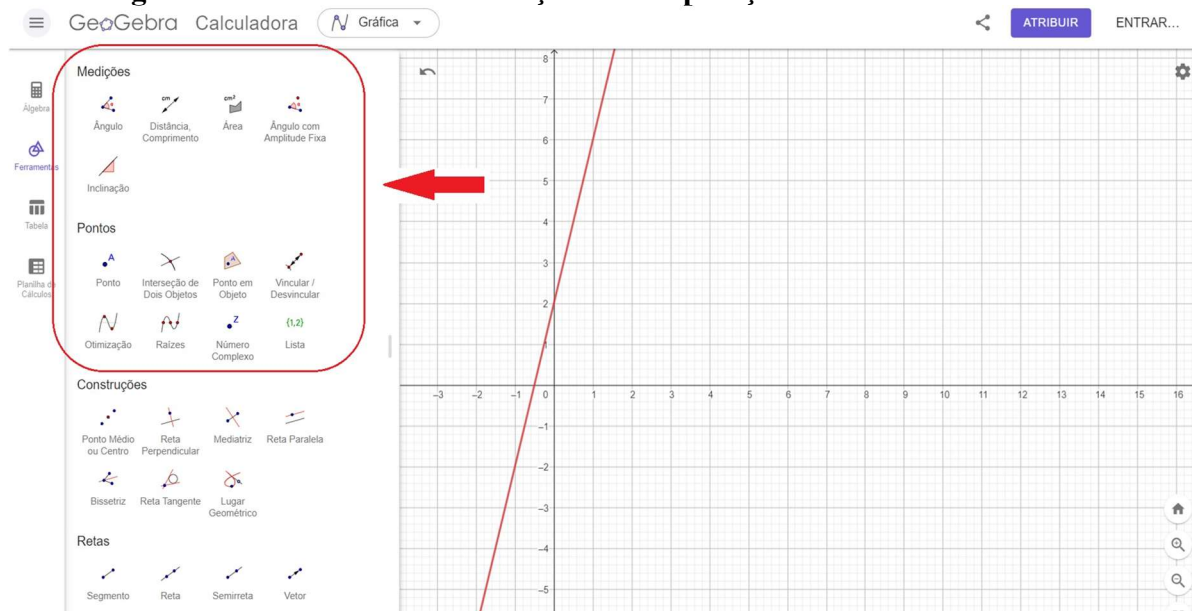
**Figura 02: Entrada de comandos e janela gráfica do Software GeoGebra**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As ferramentas de seleção e manipulação, Figura 03, incluem a movimentação, criação de pontos, interseções e medições, como distância e ângulo.

**Figura 03 – Ferramenta de Seleção e Manipulação do Software GeoGebra**



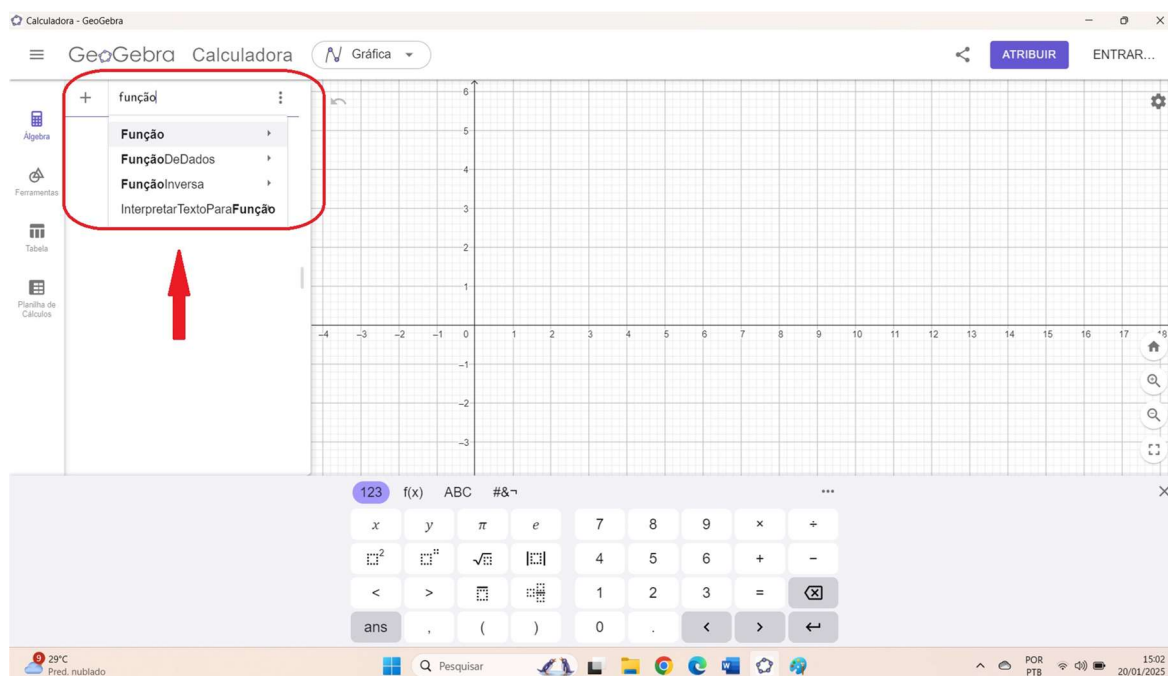
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No software GeoGebra, também encontramos o botão de funções e gráficos, como



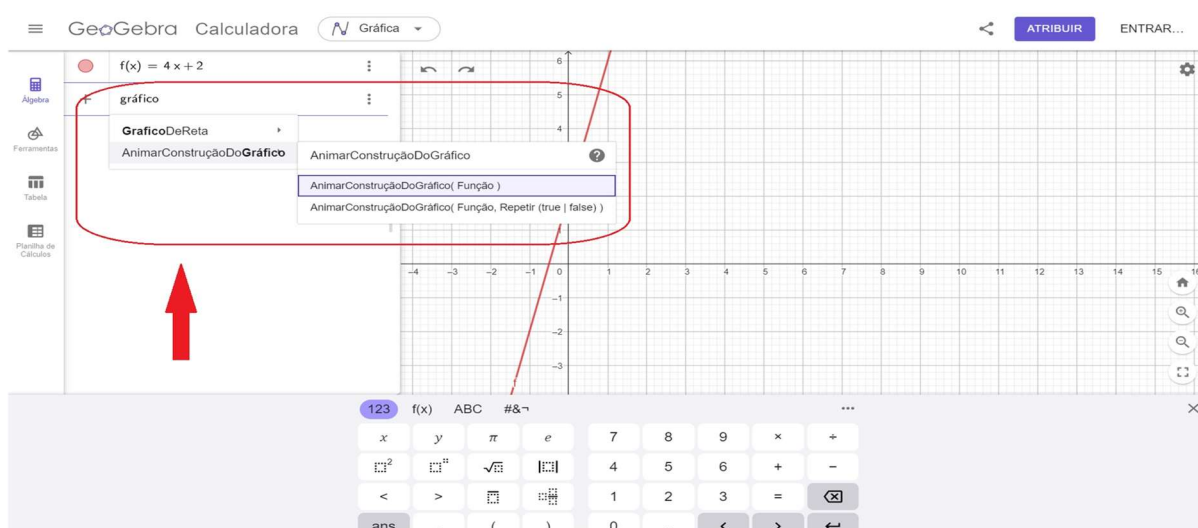
mostrado nas Figuras 04 e 05, que é bastante útil para traçar gráficos de funções, derivadas e integrais com facilidade.

**Figura 04 - Botão de funções do Software GeoGebra**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

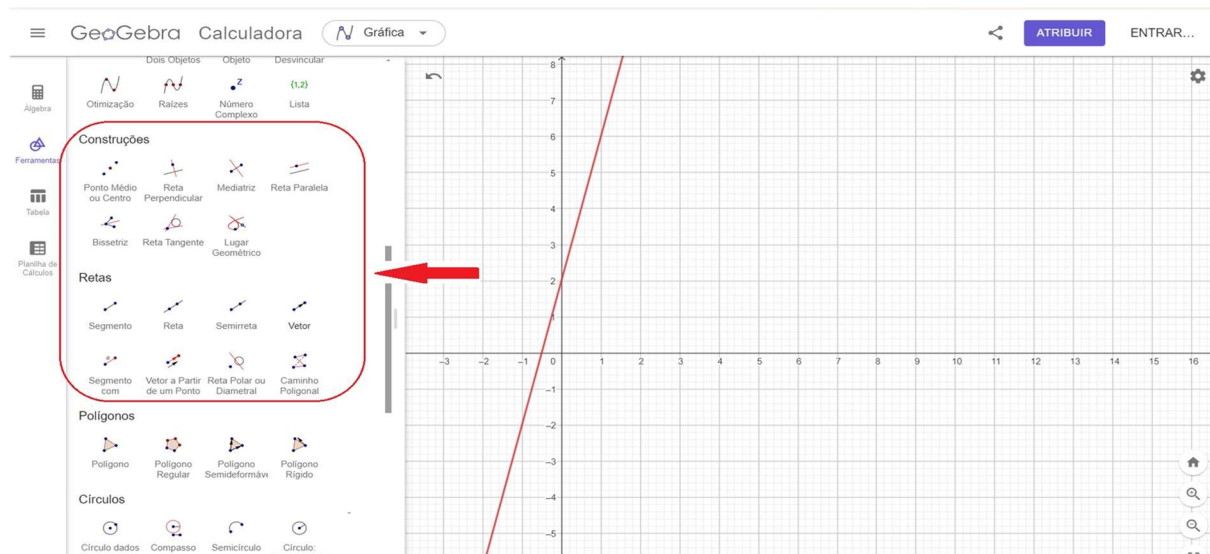
**Figura 05: Botão de gráficos do Software GeoGebra**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

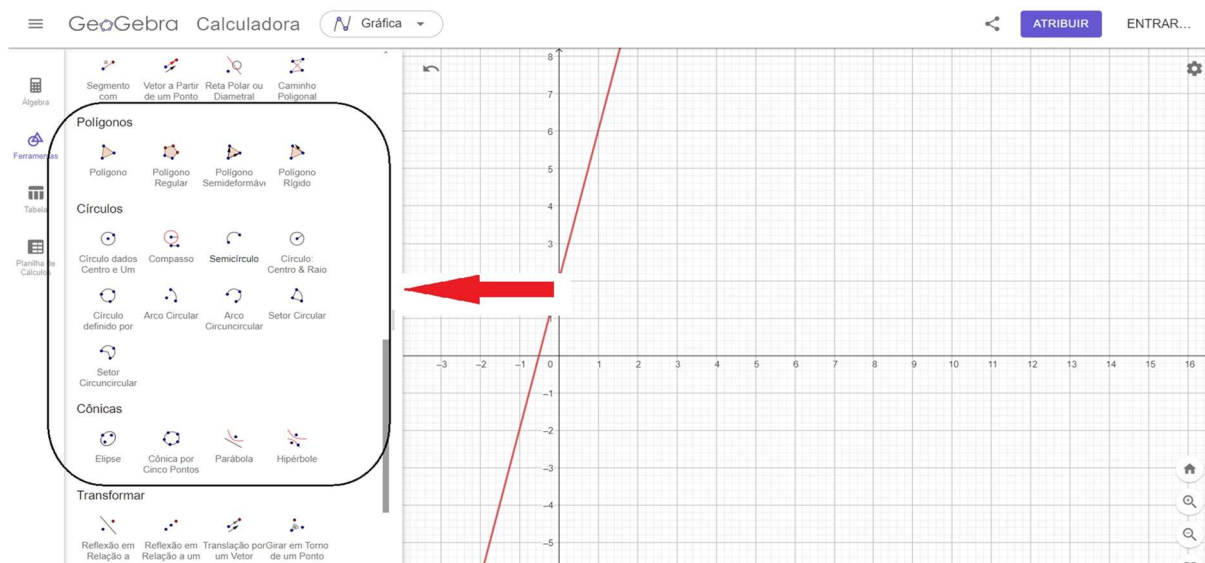
As ferramentas geométricas, destacadas nas Figuras 06 e 07, oferecem recursos para criar figuras geométricas, como circunferências, segmentos, polígonos regulares e irregulares. Além de reta perpendicular, mediatriz, bissetriz dentre outras.

**A Figura 06: Ferramentas geométricas do Software GeoGebra I**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

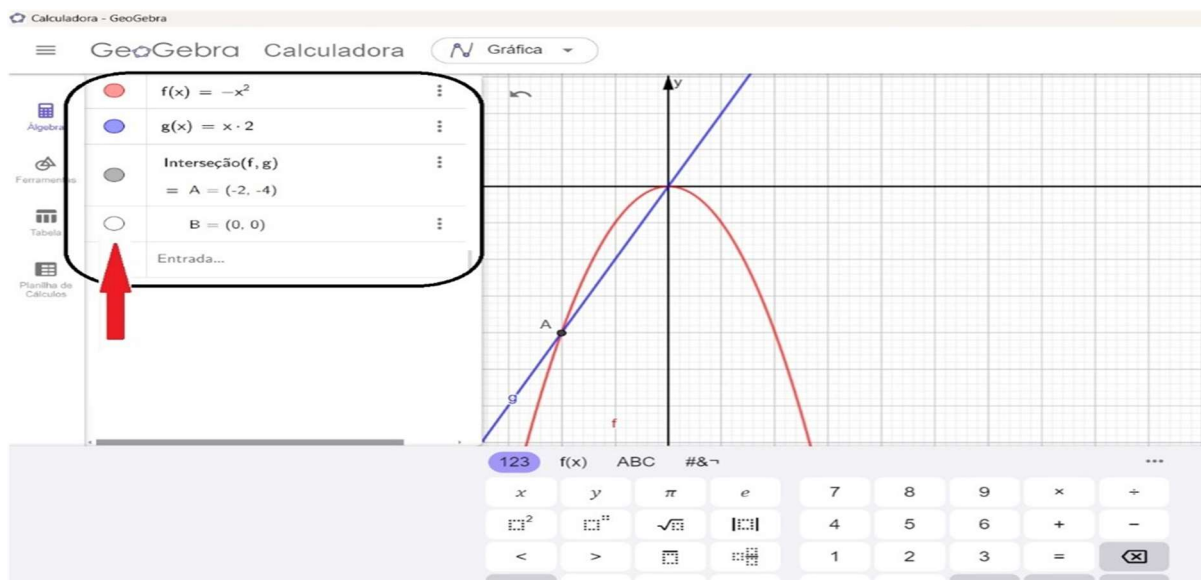
**Figura 07: Ferramentas geométricas do Software GeoGebra II**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na figura 08, mostramos outro recurso muito importante de visualização: o controle de camadas. Ele permite ocultar ou exibir objetos, ajustando a visualização conforme necessário.

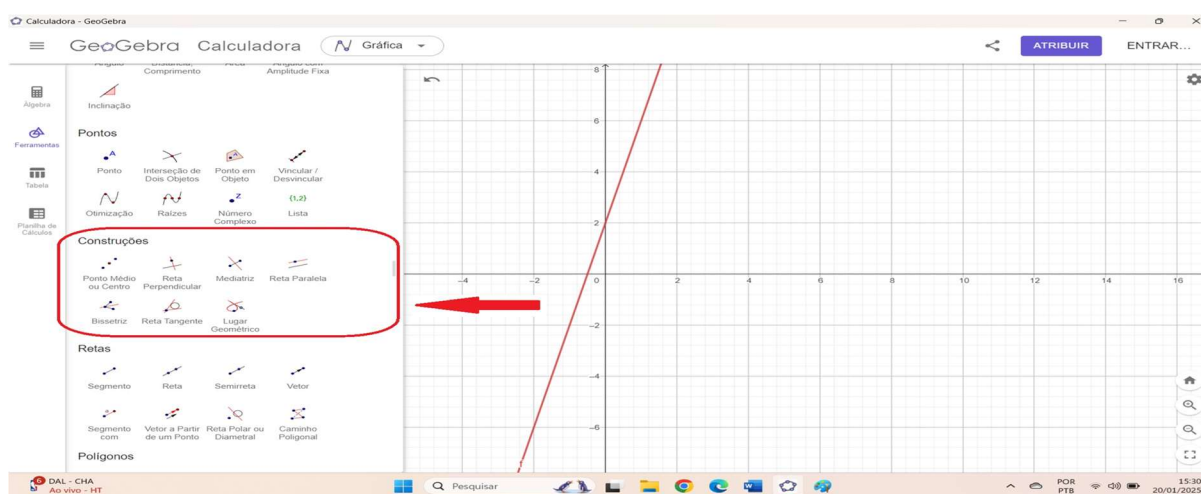
**Figura 08 – Controle de Camadas do Software GeoGebra**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ainda na parte de representação gráfica, tem-se a ferramenta de Construção, Figura 09. Nesta seção, destaca-se a capacidade de criar construções dinâmicas, como triângulos equiláteros, mediatrizes e circunferências inscritas ou circunscritas, possibilitando explorar propriedades geométricas em tempo real. As construções podem ser manipuladas interativamente, mudando valores e visualizando impactos imediatos, favorecendo o aprendizado prático e experimental.

**Figura 09 - Ferramentas de construção do Software GeoGebra**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Caso seja do desejo do usuário, existe também a possibilidade do uso de ferramentas de tabelas e probabilidade. E ainda, uma grande variedade de possibilidades de o professor

associar os conteúdos previstos na BNCC com esse recurso computacional no ensino de matemática. Baseando-se sempre nas competências e habilidades que desejam ser atingidas no processo.

### *2.3.2.2 Utilização do GeoGebra na educação matemática, especificamente no estudo de funções*

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece as habilidades e competências que os estudantes devem desenvolver em toda sua trajetória escolar. Em sua quinta competência geral ela ressalta a importância do uso da tecnologia associado à educação, como se pode destacar por:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 531).

O software GeoGebra pode ser citado como potencializador do processo de ensino-aprendizagem. Isso se deve ao fato de ser gratuito e livre, podendo ser usado em computadores, notebooks, tablets ou celulares, além de possuir uma interface que não exige conhecimentos avançados de informática e programação, facilitando tanto o manuseio pelo professor, enquanto mediador, quanto pelos alunos. Essa acessibilidade torna o ensino mais dinâmico e contribui para a visualização e interpretação na resolução de situações-problema.

Sem deixar de ressaltar que o uso de novas tecnologias e mídias digitais facilita a visualização dessas situações-problema, desenvolvendo a autonomia dos estudantes na resolução e moldando positivamente a construção do conhecimento desejado (BORBA; PENTEADO, 2001).

Outro fator que contribui para o professor recorrer ao GeoGebra é o seu ambiente gráfico, que permite uma aprendizagem que integra, de forma instantânea, álgebra e geometria — essencial, por exemplo, no estudo de funções e suas representações gráficas. Fomentando esse argumento, LÉVY (1993) afirma a importância da visualização da situação em que o problema matemático é apresentado, o que é potencializado pelo GeoGebra, especialmente para alunos que utilizam recursos visuais como facilitadores da aprendizagem.

Com as TICs, o professor possui um horizonte de possibilidades no ensino de

Matemática, permitindo análises contínuas de exposição, aplicação e avaliação dos conteúdos abordados. Sobre isso, RÊGO (2000) ressalta que:

(...) a utilização de computadores no ensino provocaria, a médio e longo prazo, mudanças curriculares e de atitude profundas, uma vez que, com o uso da tecnologia, os professores tenderiam a se concentrar mais nas ideias e conceitos e menos nos algoritmos (RÊGO, 2000, p. 76).

Além disso, no processo de construção do conhecimento, as novas tecnologias contribuem significativamente para o ensino-aprendizagem. O GeoGebra enriquece a aprendizagem dos estudantes, pois seus recursos permitem melhor visualização e simulações (MOGNON; BARROS, 2012).

Por fim, no estudo de gráficos de funções com o auxílio do GeoGebra como ferramenta pedagógica, o professor abre um leque de possibilidades. Contudo, a principal função deste software é apresentar as diversas formas de observar e representar situações-problema com variáveis manipuláveis, oferecendo uma janela de visualização de dados antes restrita a representações estáticas.

### 2.3.3 Excel como Recurso Educacional em Matemática

#### 2.3.3.1 *Introdução ao Excel*

Criado e disponibilizado pela empresa Microsoft, o Excel é um software de planilhas que faz parte de um pacote de produtividade. Com ele, a empresa disponibiliza também os softwares Word, PowerPoint e Outlook. Mas, tratando-se exclusivamente do Excel, temos que:

(...) é um editor de planilhas, e como tal, pode ser usado para: planilhas de controle financeiro; para executar contas matemáticas e estatísticas; para controle e acompanhamento de atividades/projetos; para organização de agendas e rotinas, etc (SÓRIA, 2022, p. 7).

A principal função deste software é a criação de planilhas eletrônicas, onde são inseridos dados diversos que podem ser textos ou números. Com esses dados, o usuário pode aplicar fórmulas para cálculo, gerenciamento e análise das informações.

Conforme SÓRIA (2022), uma planilha eletrônica é uma ferramenta tecnológica que permite apresentar dados e realizar cálculos, utilizando tabelas para tanto. Assim, ao usar o Excel, as possibilidades de manipular dados tornam-se mais fáceis e rápidas, tanto para grande quanto para média quantidade de informações, otimizando o processo.

O Excel oferece aos professores recursos valiosos para a aprendizagem do ensino de

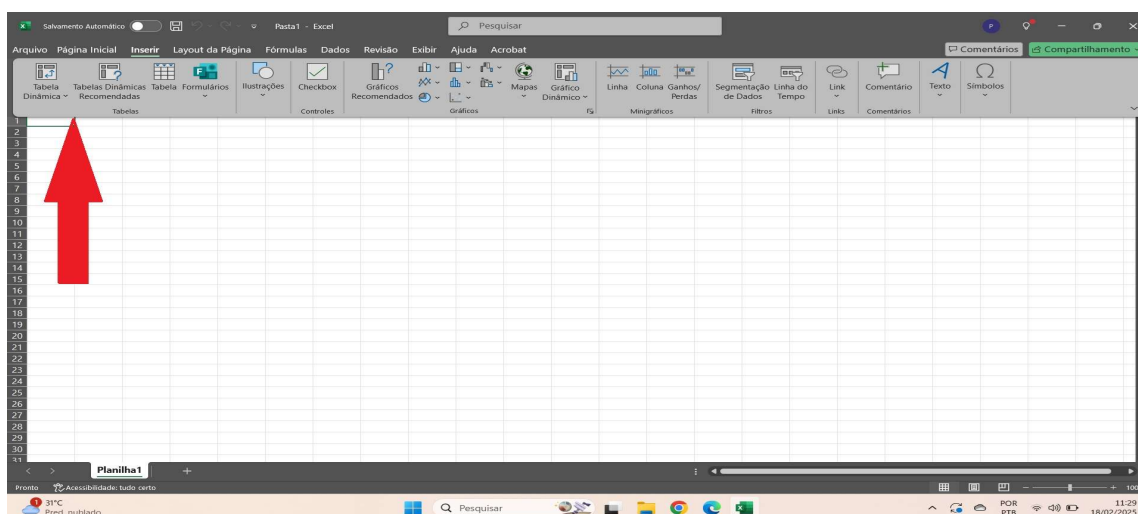
Matemática, devido à facilidade de inserção e análise de dados, realização de cálculos e à exibição gráfica possível, indispensável na interpretação de dados e na tomada de decisão frente a situações-problema.

Entretanto, diante de toda essa facilidade, o professor não deve excluir o aprendizado dos alunos por meio dos cálculos manuais, substituindo-os totalmente pelo uso do Excel. O educador, desta forma, dispõe de uma ferramenta que complementa o ensino de Matemática.

### 2.3.3.2 Funções e ferramentas úteis para análise de dados

As Tabelas Dinâmicas são uma ferramenta para resumir grandes volumes de dados rapidamente. Com elas o usuário pode gerar resumos, somatórios, contagem, médias e criação de relatórios personalizados. Após inserir no botão indicado na Figura 10, configure linhas, colunas e valores conforme a necessidade.

**Figura 10 – Configuração de linhas, colunas e valores**

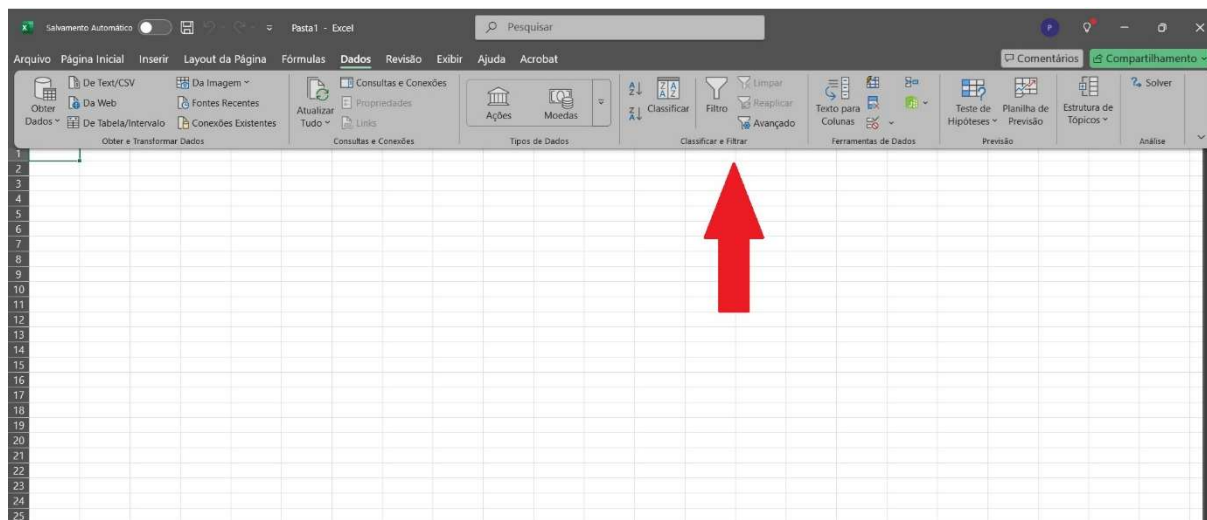


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O recurso Filtros é uma maneira de exibir apenas os dados relevantes de uma planilha a critério do usuário em determinado momento da análise de dados, conforme Figura 11. Assim é possível realizar o isolamento de informações e realizar uma análise segmentada das informações.

- Como usar:
  1. Selecione os dados e clique em Dados > Filtro.
  2. Use os menus suspensos nos cabeçalhos das colunas para filtrar por valores ou condições.

**Figura 11 – Planilha de Análise de Dados**

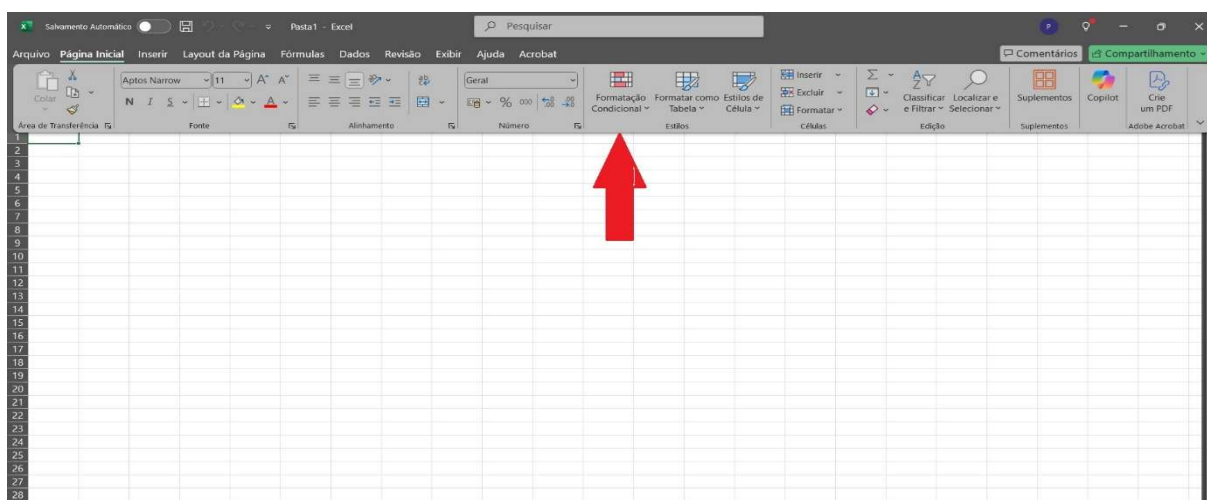


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Caso seja necessário dar um destaque em algum dado específico dentro de toda a planilha pode-se usar o recurso de Formatação Condicional que realça células com base em critérios específicos (Figura 12). Assim, por exemplo, o usuário consegue realizar com mais facilidade a identificação de tendências e perceber destaques de valores fora do padrão caso predefinida regras para o software entender o que deve ser evidenciado.

- Como usar:
  1. Vá ao string Página Inicial > Formatação Condicional.

**Figura 12 – Formatação Condicional**



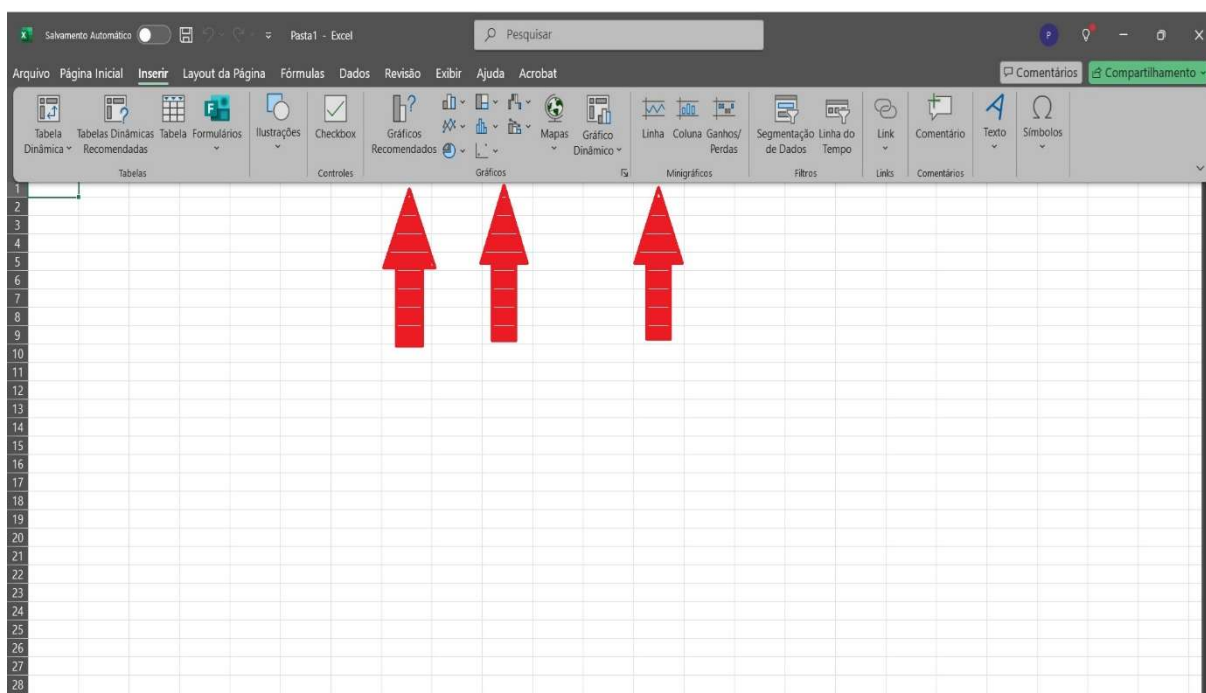
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As diversas formas de representações visuais de dados com a ferramenta de Gráficos, (Figura 13) possibilitam diversas análises temporais, de tendência e, ao mesmo tempo, realizar



comparações. Além disso, para análise mais detalhadas, alguns recursos mais precisos podem ser adicionados na geração dos gráficos referentes a dados previamente inseridos. Como, por exemplo, nos gráficos de dispersão que podem ser associados com funções, e ainda usar o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para informar, nesse caso funções e seus gráficos, o quão se ajusta um modelo estatístico a um conjunto de dados. Aqui temos uma grande variedade de gráficos que podem ser gerados: colunas, linhas, histogramas, setores, dispersão, entre outros.

**Figura 13 – Ferramenta de Gráficos**



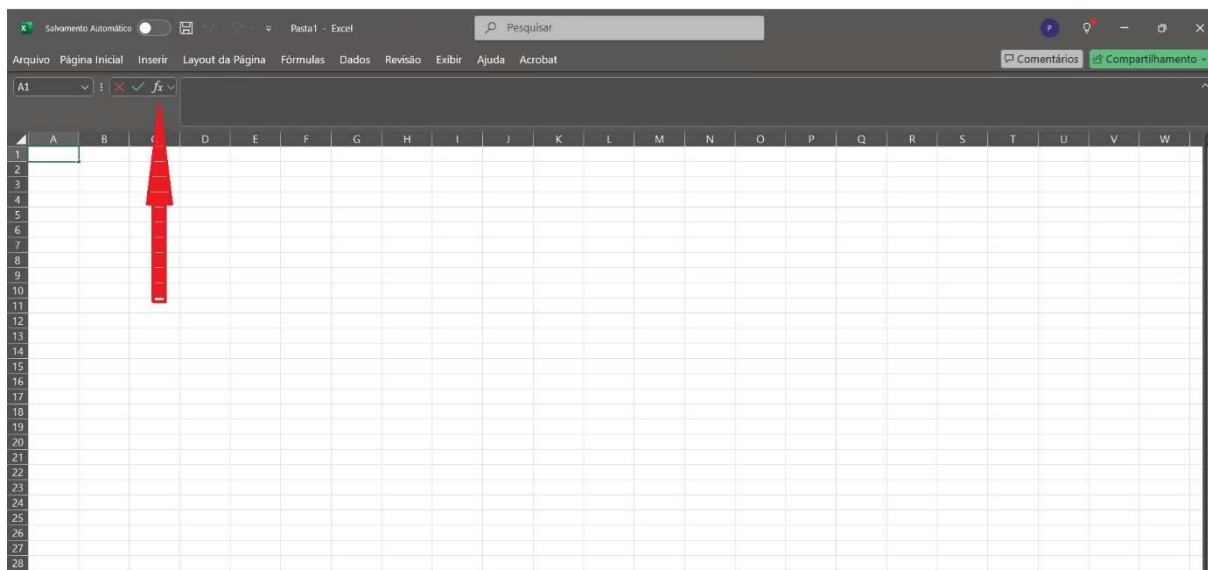
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Algumas funções de estatísticas, importantes para análise de dados, podem ser usadas também dentro do Excel tais como: média, moda, mediana, máximo e mínimo, desvio padrão e contagem de células são alguns exemplos de cálculos e análise dos dados pré-selecionados que podem ser feitos com o uso do software.

Além de funções matemáticas de operações básicas como soma e multiplicação, ainda existe a possibilidade de usar a função Fórmula. Nela o usuário pode realizar operações entre dados da forma que deseja, informando as operações que necessita fazer, a ordem que essas operações devem ser realizadas, otimizando tempo e possibilitando uma resposta mais rápida e precisa para determinados resultados desejados, conforme Figura 14.



**Figura 14 – Função Fórmula**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Por fim, podemos ainda citar um exemplo de ferramenta avançada no software Excel: a ferramenta Solver. Ela é usada principalmente para resolver problemas de otimização que possuem restrições. Por exemplo, maximizar lucros e minimizar custos é uma das aplicações dessa ferramenta. O usuário deverá habilitar essa função que vem desabilitada de fábrica. Basta ir no string Arquivo > Opções > Suplementos, em seguida acessar em Dados > Solver.

Em seus estudos (MARTIM *et al.*, 2012), afirma que a ferramenta Solver inserida no Excel é eficiente para otimização de processos, gerando resultados com excelentes respostas em comparação a outros programas que além de serem pagos e com difícil manuseio. Além de ressaltar sua facilidade de manuseio, é uma forma mais didática e viável de simulações desejadas.

### 2.3.3.3 Aplicações do Excel na educação matemática e no estudo de gráfico de funções

Com o uso de tecnologias no ensino de matemática, o Excel tem ganhado cada vez mais destaque, apresentando-se como uma ferramenta poderosa e versátil nesse contexto. Sua relevância na educação matemática reside em sua capacidade de alinhar conceitos teóricos a aplicações práticas, proporcionando aos alunos uma experiência de aprendizado mais significativa e conectada ao mundo real.

Como assegura SÓRIA (2012):

O software segue as mesmas regras que aprendemos desde os nossos anos iniciais de educação formal. Em uma expressão, na qual constam somas e multiplicações, por exemplo, o Excel fará primeiro as multiplicações e depois as somas (SÓRIA, 2012, p. 8).

Como o estudo de funções e seus gráficos é um dos pilares da matemática, sendo essencial tanto no Ensino Médio quanto em outras áreas do conhecimento, o Excel permite que professores e estudantes explorem esse tema de forma interativa. Por meio de tabelas, é possível criar listas de valores para variáveis independentes e dependentes e, com um simples clique, gerar gráficos que representem as relações matemáticas.

Essa abordagem facilita a visualização e a análise de conceitos como crescimento, decrescimento, máximos e mínimos. Além disso, o uso do Excel permite trabalhar com parâmetros ajustáveis, possibilitando que os alunos modifiquem valores em tempo real e observem como essas alterações afetam o gráfico. Essa interatividade estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, conforme exige a BNCC (BRASIL, 2018).

O Excel também é relevante para o ensino de matemática, especificamente no eixo Tratamento da Informação dos PCNs, ao possibilitar a análise de dados reais. Por exemplo, os alunos podem coletar informações sobre fenômenos do cotidiano ou o professor pode prepará-los para a aula, como na evolução de uma epidemia, e usar o Excel para ajustar funções e gráficos aos dados observados.

Esse tipo de atividade ajuda a desenvolver habilidades matemáticas, como raciocínio lógico e analítico, e contribui para a formação de cidadãos críticos e informados. ABREU (2011) enfatiza que todos esses fatores devem ser analisados previamente para que a escolha do software seja assertiva nas situações educacionais.

O uso do Excel no ensino de matemática ainda oferece benefícios no desenvolvimento de habilidades tecnológicas dos alunos, uma vez que aprendem a utilizar uma ferramenta amplamente empregada no mercado de trabalho. Além disso, proporciona interatividade e engajamento, tornando o aprendizado mais dinâmico e permitindo maior participação dos estudantes. A criação de gráficos ajuda a compreender conceitos abstratos de maneira mais concreta, por meio da visualização dinâmica que o programa proporciona, importante no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de funções e gráficos, conforme habilidades (EM13MAT301), (EM13MAT302), (EM13MAT401) e (EM13MAT402) da BNCC.

Integrar o Excel ao ensino de matemática, especialmente no estudo de gráficos de funções, é uma estratégia que une teoria e prática, permitindo que os alunos visualizem a aplicabilidade dos conceitos matemáticos em diversas áreas do conhecimento e no cotidiano. Ao explorar o potencial dessa ferramenta, professores promovem um aprendizado significativo, preparando os alunos para enfrentar desafios escolares, cotidianos e futuramente também acadêmicos e profissionais, de forma inovadora e criativa (BORBA; PENTEADO, 2001).

## **2.4 Educação Matemática e Estudo de Funções**

Como é de nosso conhecimento, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) estabelecem diretrizes para o ensino de matemática no Brasil, incluindo o estudo das funções. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram publicados antes da BNCC e fornecem diretrizes mais abertas e menos detalhadas. Eles abordam funções de forma mais conceitual e com foco no desenvolvimento do raciocínio matemático. Já a BNCC, organiza o ensino de matemática em unidades temáticas e competências essenciais para o desenvolvimento dos alunos, onde o estudo das funções está inserido na unidade Álgebra, abrangendo o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

No Ensino Fundamental, mais especificamente nos Anos Finais (6º ao 9º ano), o estudo das funções inicia-se com a identificação de padrões e relações entre grandezas. Os alunos exploram tabelas e gráficos para representar essas relações e começam a compreender conceitos como proporcionalidade direta e inversa. O objetivo é que, ao longo desses anos, eles consigam visualizar como uma variável influencia outra, preparando-se para um estudo mais formal das funções no Ensino Médio (BRASIL, 2018).

Já no Ensino Médio, a BNCC aprofunda o estudo das funções e enfatiza seu uso na modelagem de fenômenos reais. Os principais tipos de funções abordados incluem a função afim, quadrática, exponencial, logarítmica e trigonométrica. Cada uma delas é explorada tanto do ponto de vista algébrico quanto gráfico, incentivando os alunos a interpretar suas aplicações em contextos diversos, como economia, física e biologia.

Outro ponto essencial na BNCC é a ênfase na resolução de problemas. Em vez de ensinar funções isoladamente, a abordagem proposta é a aplicação desses conceitos em situações concretas. Dessa forma, os alunos não apenas memorizam fórmulas, mas compreendem como as funções podem ser usadas para resolver problemas do dia a dia, pois como ela mesmo sugere:

Para que esses propósitos se concretizem nessa área, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos **processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas**. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados (BRASIL, 2017, grifo nosso).

A BNCC valoriza o uso de tecnologias digitais, como softwares matemáticos, planilhas eletrônicas (por exemplo, o Software Excel) e calculadoras gráficas (por exemplo, o Software GeoGebra), para facilitar a visualização e análise das funções. Esse incentivo à tecnologia permite que os alunos desenvolvam autonomia na construção de gráficos e na interpretação de dados, tornando o aprendizado mais interativo e próximo da realidade.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular define competências específicas que os alunos devem desenvolver ao longo da aprendizagem das funções. Entre elas, destaca-se a capacidade de interpretar e analisar funções por meio de gráficos e tabelas, utilizar a modelagem matemática para resolver problemas reais e aplicar conhecimentos algébricos na construção de argumentos matemáticos sólidos.

A competência específica 4 de matemática da BNCC afirma que o aluno deve “compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional, etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas” (BRASIL, 2017, p. 531). Essa competência sugere as habilidades que os alunos devem desenvolver ao longo da aprendizagem de diversos conteúdos matemáticos. Entre elas, destaca-se a capacidade de interpretar e analisar funções por meio de gráficos e tabelas, utilizar a modelagem matemática para resolver problemas reais e aplicar conhecimentos algébricos na construção de argumentos matemáticos sólidos. Essas habilidades são:

(EM13MAT401) Analisar, interpretar e utilizar modelos algébricos e geométricos, numéricos ou gráficos, com ou sem apoio de tecnologias digitais, para investigar relações e propriedades matemáticas e resolver problemas em contextos diversos.

(EM13MAT402) Construir e comparar diferentes representações de uma mesma situação ou fenômeno, utilizando linguagens simbólicas, formais e algébricas, além de representações gráficas, geométricas e tabelas.

(EM13MAT403) Resolver e elaborar problemas envolvendo conhecimentos algébricos e geométricos, articulando diferentes representações e generalizações.

(EM13MAT404) Analisar e avaliar argumentos com base em conceitos, procedimentos e propriedades matemáticas, reconhecendo falácias e generalizações indevidas.

(EM13MAT405) Investigar e construir argumentos matemáticos para formular, testar e validar conjecturas e resolver problemas.

(EM13MAT406) Modelar e resolver problemas significativos para o estudante, inclusive por meio de tecnologias digitais, considerando dados e informações expressos em diferentes linguagens e representações.

(EM13MAT407) Selecionar e utilizar, com autonomia, diferentes estratégias e recursos matemáticos, inclusive tecnologias digitais, para ampliar possibilidades de análise e resolução de problemas em contextos diversos”

(BRASIL, 2017, p. 539, grifo nosso).

Com essa abordagem estruturada, a BNCC moderniza o ensino das funções, tornando-o mais dinâmico, aplicado e acessível aos alunos. Desta forma, o foco na tecnologia, na modelagem e na conexão com o mundo real permite que o estudo das funções vá além do ambiente escolar, preparando os estudantes para desafios acadêmicos e profissionais futuros, no qual o mercado de trabalho celetista olhará com mais credibilidade para os que tiverem mais domínio dos meios tecnológicos (BORBA; PENTEADO, 2001). Os Parâmetros Curriculares Nacionais – BRASIL (2000), por tratarem esse assunto de forma mais ampla, tomam como ênfase a interdisciplinaridade e a contextualização quando afirma que:

O ensino isolado desse tema não permite a exploração do caráter integrador que ele possui. Devemos observar que uma parte importante da Trigonometria diz respeito às funções trigonométricas e seus gráficos. As sequências, em especial progressões aritméticas e progressões geométricas, nada mais são que particulares funções. As propriedades de retas e parábolas estudadas em Geometria Analítica são propriedades dos gráficos das funções correspondentes. Aspectos do estudo de polinômios e equações algébricas podem ser incluídos no estudo de funções polinomiais, enriquecendo o enfoque algébrico que é feito tradicionalmente. Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, e o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática (BRASIL, 2000, p. 43-44).

Desta forma, podemos afirmar que a compreensão dos gráficos de funções é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio matemático dos estudantes. Eles permitem visualizar relações entre grandezas e facilitam a interpretação de fenômenos matemáticos e científicos. O ensino de gráficos contribui para o desenvolvimento da intuição matemática e da capacidade de análise crítica, habilidades essenciais tanto para a vida acadêmica quanto para o

mercado de trabalho. Além disso, gráficos de funções são utilizados em diversas disciplinas além de matemática, como Física, Biologia e Química, reforçando a interdisciplinaridade e tornando o aprendizado mais significativo. A dificuldade de muitos alunos em interpretar gráficos revela a necessidade de metodologias inovadoras e eficazes para melhorar a compreensão desse conteúdo.

O ensino de Matemática no ensino médio apresenta desafios significativos para professores e alunos, especialmente no que se refere à compreensão de funções e seus gráficos. O desenvolvimento do pensamento funcional é essencial para a formação matemática dos estudantes, ao permitir a modelagem de fenômenos naturais e sociais, estabelecendo conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

E diante das dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem de funções, diversas estratégias pedagógicas podem ser adotadas para tornar esse conteúdo mais acessível. Assim, por exemplo, a exploração de situações-problema, utilizando problemas contextualizados, como o crescimento populacional ou a variação da temperatura ao longo do dia, pode tornar o aprendizado mais relevante e atrativo para os alunos. Isso contribui para um aprendizado mais significativo, estabelecendo uma conexão entre conhecimentos iniciais e fundamentais. Dessa forma, o estudante consegue identificar e compreender, por meio dos valores no universo dos números reais, os conceitos de dependência e variável (KAIBER, 2002).

Dentro dessa perspectiva, o educador ainda poderá associar essa metodologia com o trabalho colaborativo, uma vez que a resolução de problemas em grupo promove a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais (FINO, 2004, apud NOGUEIRA, 2013).

Quando alunos trabalham juntos para resolver problemas, eles naturalmente compartilham conhecimentos, discutem ideias e aprendem mutuamente. Isso cria um ambiente onde o aprendizado acontece de forma coletiva e participativa, e não apenas por meio da transmissão do professor. Essa troca de informações e pontos de vista auxilia os estudantes a enxergarem o problema sob diferentes ângulos, enriquecendo o processo de aprendizagem.

Ao resolver problemas em grupo, os alunos praticam habilidades como comunicação, empatia, negociação e resolução de conflitos. Além disso, eles desenvolvem a capacidade de ouvir o outro, lidar com divergências e construir consenso, competências essenciais para a vida em sociedade.

Para o professor, usar essa abordagem significa criar um espaço de aprendizado mais dinâmico e interativo. O papel do educador se transforma de um transmissor de conhecimento para um mediador e facilitador do aprendizado. Ele pode observar as interações, identificar

dificuldades e orientar os alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e engajada (TÉBAR, 2023).

Outra abordagem metodológica que o educador poderá fazer uso é a Aprendizagem Ativa e Investigativa. Ela incentivará os alunos a formular hipóteses, testar conjecturas e explorar padrões, contribuindo para um aprendizado mais significativo. Desta forma, o professor os coloca no centro do processo de aprendizagem. Isso significa que, em vez de apenas receberem conhecimento pronto, os estudantes constroem seu entendimento por meio da experimentação e da descoberta. Esse envolvimento direto aumenta a motivação e a retenção do conhecimento.

Esse processo desenvolve o pensamento crítico e a capacidade de argumentação. Quando os alunos supõem, precisam justificar suas ideias, analisar dados e testar suas previsões, na prática. Essa abordagem é especialmente útil em disciplinas como Matemática e Ciências, onde a validação de hipóteses é fundamental para o aprendizado.

Ao identificar padrões, BORRALHO *et al.* (2007) sugere que os estudantes podem realizar generalizações e desenvolver habilidades de abstração. Na Matemática, por exemplo, a busca por regularidades pode ajudar a entender sequências numéricas, progressões e conceitos de relações, como funções, algo exigido na Competência Específica 5 de Matemática da BNCC, uma vez que a mesma exige ao aluno:

Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas (BRASIL, 2017, p. 531).

Essa abordagem torna o aprendizado mais ativo, engajador e significativo. Em vez de decorar fórmulas e procedimentos, os alunos compreendem a lógica por trás dos conceitos, facilitando a aplicação do conhecimento em diferentes contextos. Além disso, ao resolver problemas por meio da investigação, eles desenvolvem autonomia e habilidades de resolução de problemas, essenciais para a vida acadêmica e profissional.

Segundo MAIA E VASCONCELOS (2022), ferramentas como o GeoGebra permitem a visualização interativa de formas geométricas. No caso do estudo de funções, similarmente, auxilia os estudantes a relacionarem representações algébricas com suas correspondentes gráficas. Além disso, a gamificação e o uso de recursos interativos promovem um ambiente de aprendizagem mais atrativo, incentivando a participação ativa dos alunos e personalizando o processo de ensino conforme as necessidades individuais (BARBOSA *et al.*, 2020).

No entanto, como sugere COSTA (2013), é fundamental que os educadores estejam preparados para integrar essas tecnologias eficazmente em suas práticas pedagógicas, garantindo que o uso das ferramentas digitais seja alinhado aos objetivos educacionais e contribua significativamente para o desenvolvimento das habilidades matemáticas dos estudantes.

#### 2.4.1 Benefícios do Uso de Ferramentas Digitais (GeoGebra e Excel) no Ensino de funções

As competências específicas 4 e 5 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), já mencionadas nesta revisão de literatura (BRASIL, 2017), possuem um direcionamento mesmo que implícito à importância da implementação de tecnologias, como, por exemplo, no ensino de funções. Esse fato ocorre, uma vez que as tecnologias oferecem ferramentas poderosas para explorar, representar e comunicar conceitos matemáticos, de maneira mais acessível, dinâmica e interativa.

No caso dos conteúdos relacionados ao estudo de funções, a tecnologia permite a exploração de múltiplos registros de representação simultaneamente. Por exemplo, do ponto de vista algébrico, quando ao inserir a lei de formação de uma função em um software, o aluno pode modificá-la, observando como isso afeta o gráfico. Do ponto de vista geométrico, onde softwares de gráficos ajudam a visualizar o gráfico da função em um plano cartesiano. E ainda computacional, pois ferramentas como planilhas permitem simular o comportamento de funções e criar tabelas de valores, facilitando a compreensão de como a função se comporta em diferentes pontos (BORBA; PENTEADO, 2001).

Essa integração de diferentes representações ajuda os alunos a compreenderem melhor o conceito de função, ao poderem visualizar a mesma relação sob diversas óticas (gráfico, tabela e fórmula) criando uma compreensão mais sólida e flexível.

A tecnologia é uma aliada fundamental para a investigação matemática. Ao estudar funções, os alunos podem usar softwares para explorar conjecturas relacionadas ao comportamento de funções (por exemplo, a relação entre a lei de formação da função e a forma do gráfico). Eles podem dessa forma observar padrões, pois ao manipular parâmetros em uma função, como o coeficiente angular de uma reta ou o deslocamento de uma parábola, os alunos podem identificar padrões e formular conjecturas sobre como esses parâmetros afetam o gráfico. Além disso, os estudantes podem experimentar diferentes funções, uma vez que a tecnologia permite que eles explorem diferentes tipos de funções (lineares, quadráticas, exponenciais, etc.) de maneira rápida e visual, facilitando a formulação de hipóteses e a



investigação.

O uso de tecnologias no Ensino de Matemática, por exemplo, o computador, não só facilita o entendimento dos conceitos matemáticos, mas também permite uma abordagem mais investigativa e ativa. Isso é crucial para o desenvolvimento de competências matemáticas, como a formulação de hipóteses, a utilização de diferentes registros de representação e a resolução de problemas de maneira criativa e eficaz (RÊGO, 2000).

O ensino de funções pode ser complexo, especialmente quando se trata de compreender seus comportamentos e gráficos. A tecnologia, por meio de ferramentas como softwares de cálculo simbólico (como GeoGebra) e planilhas (como o Excel), permite que os alunos construam modelos dinâmicos, visualizem os gráficos de funções e analisem os resultados de maneira rápida e precisa. Eles podem experimentar diferentes tipos de funções, manipular parâmetros e ver como isso afeta o comportamento da função, sem a complexidade dos cálculos manuais, facilitando a resolução de problemas em contextos mais reais.

Quando o professor associa ferramentas digitais à metodologia de ensino, transforma o aprendizado do conteúdo de funções em uma experiência mais interativa, dinâmica e acessível. Isso ocorre, porque se alinhando diretamente às competências da BNCC, ao promover a experimentação, a visualização e a comunicação de resultados de maneira clara e precisa. Sendo ela uma ferramenta essencial para desenvolver essas competências significativamente e de maneira engajante.

O GeoGebra por ser um software de matemática dinâmico, permite a construção de gráficos interativos, facilita a visualização e compreensão dos conceitos matemáticos (MOGNON; BARROS, 2012). Entre os benefícios do seu uso no ensino de funções, podemos destacar:

- a) Possibilidade de manipulação de parâmetros para análise do comportamento das funções.
- b) Facilidade na exploração de conceitos como domínio, imagem, crescimento e decrescimento de funções.
- c) Integração com dispositivos móveis, permitindo que os alunos explorem os gráficos de maneira autônoma e interativa.

Por outro lado, o Excel, embora tradicionalmente associado a uma planilha de dados, apresenta recursos avançados para modelagem matemática em situações problemas (ABREU *et al.*, 2002, apud LOPES, 2015). Por exemplo, a construção e análise de gráficos matemáticos baseados em funções matemáticas ou em dados que tenham relação de dependência entre si é uma das possibilidades do uso desse Software no ensino de matemática. Desta forma, o seu uso

no ensino de funções proporciona:

- a) Construção rápida de gráficos a partir de tabelas de valores.
- b) Aplicação em contextos reais, como o estudo de dados estatísticos e modelagem de fenômenos naturais.
- c) Facilidade no cálculo de tendências e regressões, permitindo análises mais aprofundadas dos dados.

Conforme os autores citados acima, podemos então considerar que a Educação Matemática deve estar alinhada às necessidades e desafios contemporâneos, promovendo metodologias inovadoras que favoreçam a aprendizagem ativa e significativa. E o ensino de gráficos de funções, quando aliado a estratégias pedagógicas eficazes e ao uso de ferramentas digitais, possibilita uma abordagem mais dinâmica e acessível aos alunos.

O GeoGebra e o Excel, em especial, são exemplos de TICs que podem ser usados para a compreensão e análise de funções, tornando o aprendizado mais interativo e conectado com a realidade dos estudantes. Dessa forma, a incorporação dessas metodologias no ensino médio se mostra fundamental para ajudar no desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais para a vida escolar e pessoal, bem como futuramente, na carreira acadêmica e profissional de cada alunos.

## **2.5 Integração das ferramentas digitais no ensino de matemática**

### **2.5.1 Metodologias para a integração do GeoGebra e Excel em sala de aula**

A maneira de ensinar em todo o mundo vem ganhando novas formas e modelos, além de desafios a cada novo ano letivo que se inicia. Essa mudança tem significados visíveis em todos os níveis de escolaridade, sendo resultados do crescente acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) associados à crescente facilidade e acessibilidade à internet.

A pandemia de COVID-19 causou um grande impacto também na educação mundial. Fazendo com que a maneira de ensinar fosse repensada e o que os recursos usados como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem fossem colocados como primordiais para que a educação não deixasse de chegar até milhões de estudantes.

Diante de todo esse cenário que a educação vem vivenciando o uso de recursos tecnológicos deve permanecer sempre associado ao planejamento dos professores uma vez que a inclusão deles em suas metodologias tornarão o ensino de matemática mais dinâmico e estimulante para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Como afirmam ABAR e DE ALMEIDA (2017), esse fato ocorre, pois

Para o funcionamento da atividade cognitiva requerida pela matemática, sendo diferenciada de outros domínios do conhecimento, a representação semiótica é uma condição essencial para a evolução do pensamento matemático por duas razões: em primeiro lugar, as possibilidades de tratamento matemático dependem do sistema de representação utilizado. Em segundo lugar, a existência de grande variedade de representações semióticas utilizadas em matemática, como figuras geométricas, escritas algébricas, representações gráficas e a língua natural (ABAR; DE ALMEIDA, 2017, p. 139).

Caso o professor opte pelo Excel como uma ferramenta que o apoia em suas metodologias para o ensino de matemática, usará um programa de fácil manuseio e possibilita uma aprendizagem interativa. E ainda é uma ferramenta bastante encontrada nos computadores, e sem deixar de ressaltar que é bastante rica no processo de aprendizagem na matemática (ABREU *et al.*, 2002, apud LOPES, 2015, p. 92).

Esse software permite a criação e análise de tabelas, gráficos e cálculos automáticos, tornando a matemática mais visual e prática. Além disso, o Excel facilita a manipulação de dados reais, permitindo que os alunos explorem situações do dia a dia, como modelos estatísticos para a saúde, economia e meio ambiente, conectando o aprendizado matemático a contextos significativos e desenvolvendo habilidades tecnológicas essenciais para o século XXI.

O professor pode propor que os alunos analisem dados reais, como os casos de dengue em uma determinada região, construindo tabelas e gráficos de dispersão para identificar tendências e padrões. Outra metodologia que o educador pode levar para sala de aula é o estudo de progressões aritméticas e geométricas, onde os estudantes podem usar fórmulas no Excel para gerar as sequências automaticamente e visualizar os valores em gráficos. Atividades como estas ajudam a consolidar os conceitos matemáticos, enquanto os alunos desenvolvem competências como organização de dados, interpretação de informações e resolução de problemas, como sugere a 6ª competência de matemática presente na BNCC (BRASIL, 2017).

O Excel também contribui significativamente para a educação matemática ao promover o raciocínio lógico e a aprendizagem ativa. Ao utilizar o software, os alunos aprendem a organizar, interpretar e validar resultados, o que os ajuda a desenvolver um pensamento mais analítico (ABREU, 2011). Dessa forma, o Excel não é apenas uma ferramenta de cálculo, mas um recurso versátil que transforma a sala de aula em um espaço dinâmico, onde a matemática é explorada de maneira interativa, prática e contextualizada.

Por outro lado, o uso do GeoGebra nas aulas de matemática também é uma estratégia

poderosa para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Essa ferramenta oferece um ambiente dinâmico e interativo, onde conceitos abstratos, como funções, geometria analítica e álgebra, podem ser visualizados de forma concreta e acessível.

Como afirma LÉVY (1993), o fator visual possibilita ao estudante, por meio da manipulação de gráficos, construções geométricas e simulações, e o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos conteúdos matemáticos, promovendo o aprendizado ativo e o engajamento. Além disso, o GeoGebra possibilita explorar conceitos que seriam difíceis de ilustrar apenas com o quadro ou materiais estáticos, tornando a matemática mais atraente e conectada à realidade dos alunos.

Entre as metodologias eficazes para o uso do GeoGebra, destaca-se a abordagem baseada em problematização e resolução de problemas. Por exemplo, em um estudo sobre funções quadráticas, o professor pode propor que os alunos usem o software para construir o gráfico da função e explorar o impacto das variações nos coeficientes. Essa prática estimula a investigação, a formulação de hipóteses e a análise de padrões.

Além disso, o professor pode usar o GeoGebra como ferramenta de avaliação formativa, monitorando o progresso dos estudantes em atividades interativas e ajustando as práticas pedagógicas conforme necessário. Dessa forma, o GeoGebra não é apenas uma ferramenta tecnológica, mas um recurso que transforma a sala de aula em um espaço colaborativo e criativo, onde a matemática se torna mais acessível, interessante e relevante para os alunos, como exigido na 5ª competência da BNCC (BRASIL, 2017).

Seja utilizando o Excel ou o GeoGebra, o educador deve escolher o que melhor se adapta à sua metodologia. Após estudar o funcionamento e as aplicações do software, é fundamental que ele utilize esses recursos na educação com muita prudência e atenção. Desta forma, é possível planejar a melhor maneira de alcançar uma aprendizagem satisfatória para os alunos, com o auxílio dessa ferramenta.

#### 2.5.2 Estudos de caso, experiências práticas de professores e avaliação da eficácia das ferramentas digitais no aprendizado dos alunos

Na literatura existem diversos Estudos que demonstram que a integração de ferramentas digitais, quando bem planejada, promove o engajamento dos alunos e melhora a compreensão de conceitos abstratos.

Na pesquisa feita por OLIVEIRA (2021), em sua dissertação de mestrado,

Confirmou-se que a tecnologia no ensino de Matemática é um recurso que só

tem a contribuir com a aprendizagem dos alunos e que pode levar o aluno a aprender o conteúdo de maneira dinâmica e participativa, fugindo totalmente do tradicional, que é o uso da lousa e do livro didático (OLIVEIRA, 2021, p.23).

O GeoGebra, bem como o uso de software que dinamizam e ajudam a construir o conhecimento dos estudantes, agem como um facilitador fazendo o aluno refletir e se tornar mais crítico diante do conteúdo abordado. Isso acontece, pois a ferramenta disponibiliza uma variedade de formas de analisar o conteúdo abordado nas aulas de matemática (OLIVEIRA, 2021).

Um exemplo significativo desses resultados é apresentado por PINHO *et al.* (2022), na qual foi documentada uma experiência de ensino de funções afim com o uso do GeoGebra. Nesse estudo, o professor relatou que “os alunos conseguiram organizar os dados e executá-los com sucesso no software GeoGebra, mesmo que para isso fossem necessárias orientações por parte das docentes” (PINHO *et al.*, 2022, p. 45).

Essa análise feita pelo autor mostra como é relevante a introdução cada vez mais do uso de tecnologias na educação, processo de construção do conhecimento. Porém, sempre com a mediação do professor no decorrer de todo o processo de ensino-aprendizagem, ajudando com exemplo, retomando e explicando conceitos e tirando dúvidas, além de orientar os estudantes no uso do software (PINHO, *et al.*, 2022).

Ainda sobre o uso do GeoGebra, ele é citado como meio facilitador no ensino de funções afim, pois a possibilidade de associar a utilização de um sistema de coordenadas cartesianas para representar as equações de um sistema, e simultaneamente realizar uma conversão do registro gráfico para o registro algébrico. Assim, tornando mais dinâmica a maneira de expor o conteúdo (ABAR; DE ALMEIDA, 2017).

Por fim, podemos citar uma das conclusões do estudo de nome “O GeoGebra na experimentação matemática: um levantamento bibliográfico em periódicos indexados na plataforma da CAPES”. Onde uma das conclusões de maior relevância, por parte dos autores, encontra-se no fato de que

Ao analisar os trabalhos, emergiram com frequência alguns pontos positivos em que podemos destacar: a boa reflexão provocada pelas atividades, a formulação de hipóteses e conjecturas, além de despertar a argumentação nos estudantes. Estes apontamentos são importantes, ao demonstrarem que estas atividades experimentais com uso do software GeoGebra fundamentam e impulsionam o aprendizado da Matemática de maneira dinâmica, atendendo às demandas contemporâneas da sociedade moderna. (OLIVEIRA-GARCIA *et al.*, 2021, p. 234)

Esses exemplos destacam a importância de preparar os professores para o uso eficaz dessas ferramentas. Isso inclui não apenas formação técnica, mas também o desenvolvimento de estratégias didáticas que integrem o uso da tecnologia de maneira alinhada aos objetivos de aprendizagem. Uma vez que, “os recursos computacionais são ferramentas indispensáveis para a condução das aulas e o despertar do saber” (OLIVEIRA-GARCIA *et al.*, 2021, p. 234).

## 2.6 Funções

Esta seção tem início com uma introdução sucinta aos conceitos fundamentais da teoria dos conjuntos, abordando aspectos relacionados à matemática elementar. A partir dessas noções iniciais, serão apresentados os conjuntos numéricos mais relevantes, os quais servirão de base para a definição de algumas funções, como a função constante, a afim, a quadrática, a exponencial e a logarítmica. Essas funções serão representadas graficamente por meio dos softwares GeoGebra e Excel. Por fim, será feita uma explanação, através de imagens, da construção de tais gráficos. As definições matemáticas utilizadas seguem as obras de BONJORNO (2020), DANTE (2013) E IEZZI *et al* (2019).

### 2.6.1 Definição e conceitos relacionados a funções

#### 2.6.1.1 Conjuntos

Conjunto é uma coleção bem definida de objetos, chamados elementos. São representados com letras maiúsculas (A, B, C...) e seus elementos entre chaves, por exemplo, o conjunto  $A = \{1, 2, 3\}$ .

No estudo dos conjuntos destacamos a relação de Pertinência, a qual usamos o símbolo  $\in$  para indicar que um elemento pertence a um conjunto, como, por exemplo,  $2 \in A$  anteriormente citado e o símbolo  $\notin$  para indicar que um símbolo não pertence a um conjunto, por exemplo,  $4 \notin A$ .

Por outro lado, a relação de Inclusão afirma que um conjunto A está contido em B, denotando  $A \subset B$ , se todos os elementos de A pertencem ao conjunto B, isto é,  $A \subset B \Leftrightarrow \forall x \in A, \text{ temos } x \in B$ .

#### 2.6.1.2 Conjuntos Numéricos

Uma maneira de representar um conjunto é descrever a propriedade que todos os elementos dele possuem, outra forma é listar os mesmos. A seguir, temos alguns conjuntos numéricos:

#### **Números Naturais**

$$\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$$

#### **Números Inteiros**

$$\mathbb{Z} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$$

#### **Números Racionais**

$$\mathbb{Q} = \{a/b \mid a \in \mathbb{Z} \text{ e } b \in \mathbb{Z} - \{0\}\}$$

#### **Números Reais**

Os números reais ( $\mathbb{R}$ ) são todos os números que podem ser representados em uma reta numérica contínua, abrangendo tanto os racionais quanto os irracionais. Isso inclui os números naturais, inteiros, fracionários e decimais exatos, além dos números com infinitas casas decimais não periódicas. Em outras palavras, qualquer número que possa indicar uma posição na reta real faz parte do conjunto dos reais.

Os números racionais são aqueles que podem ser escritos na forma de fração, enquanto os irracionais não podem ser expressos como fração exata, como  $\sqrt{2}$  e  $\pi$ . A união desses dois conjuntos forma o conjunto dos números reais.

#### *2.6.1.3 Plano Cartesiano*

Sejam  $A$  e  $B$  dois conjuntos não vazios. O produto cartesiano de  $A$  por  $B$ , denotado por  $A \times B$ , é o conjunto de todos os pares ordenados  $(a, b)$  tais que o primeiro elemento  $a \in A$  e o segundo elemento  $b \in B$ . Formalmente:

$$A \times B = \{(a, b) \mid a \in A \text{ e } b \in B\}$$

O produto cartesiano é a base para a definição do plano cartesiano e para a construção de relações e funções entre conjuntos.

Assim, sejam  $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$  o produto cartesiano entre dois conjuntos reais não vazios. Denomina-se plano cartesiano o conjunto de todos os pares ordenados  $(x, y)$ , onde o primeiro elemento pertence ao eixo horizontal (eixo das abscissas) e o segundo elemento pertence ao eixo vertical (eixo das ordenadas). Desta forma:

$$\mathbb{R} \times \mathbb{R} = \{(x, y) \mid x \in \mathbb{R} \text{ e } y \in \mathbb{R}\}$$

Cada par ordenado  $(x, y)$  representa um ponto no plano, cuja posição é definida em relação à origem  $(0, 0)$ , ponto onde ambos os eixos se cruzam perpendicularmente.

## 2.6.2 Funções Matemáticas

Sejam dois conjuntos A e B, não vazios. Uma relação f de A em B é denominada função f de A em B se, e somente se, para todo  $x \in A$  existe um só  $y \in B$  tal que  $(x, y) \in f$ . Ou seja, de forma geral:

$$f \text{ é uma função de A em B} \Leftrightarrow \forall x \in A, \exists! y \in B / (x, y) \in f$$

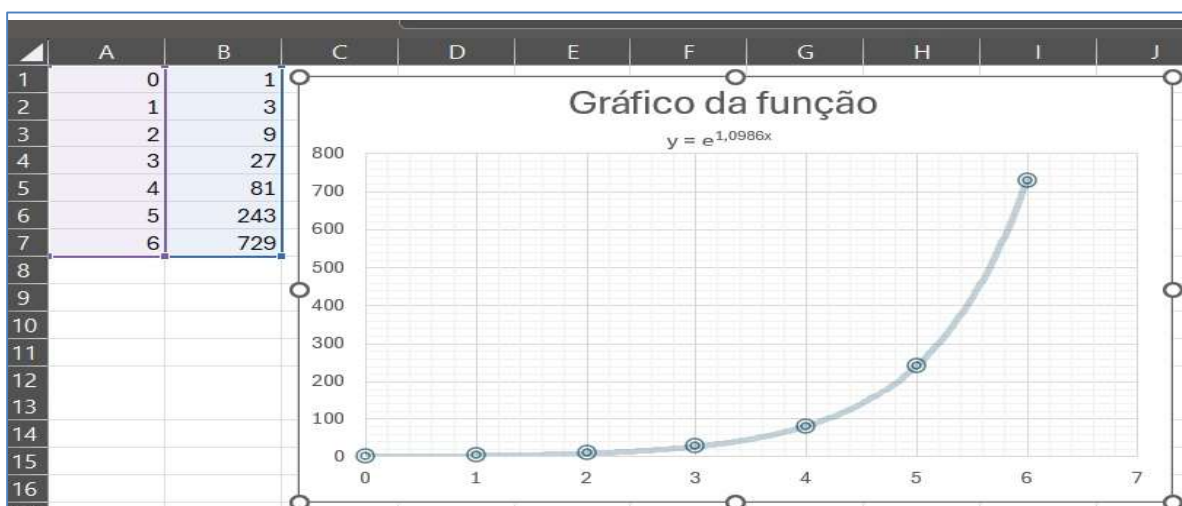
### 2.6.2.1 Função Crescente e Função Decrescente num Intervalo

Dado um intervalo I contido na reta real e f uma função definida em I, e ainda sejam  $x_1$  e  $x_2$  com  $x_1 < x_2$  dois pontos quaisquer de I, podemos definir as seguintes funções:

#### a) Função crescente

Se  $f(x_1) \leq f(x_2)$  com  $x_1 < x_2$ , dizemos que f é uma função crescente. Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função crescente no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos das figuras 15 e 16 a seguir.

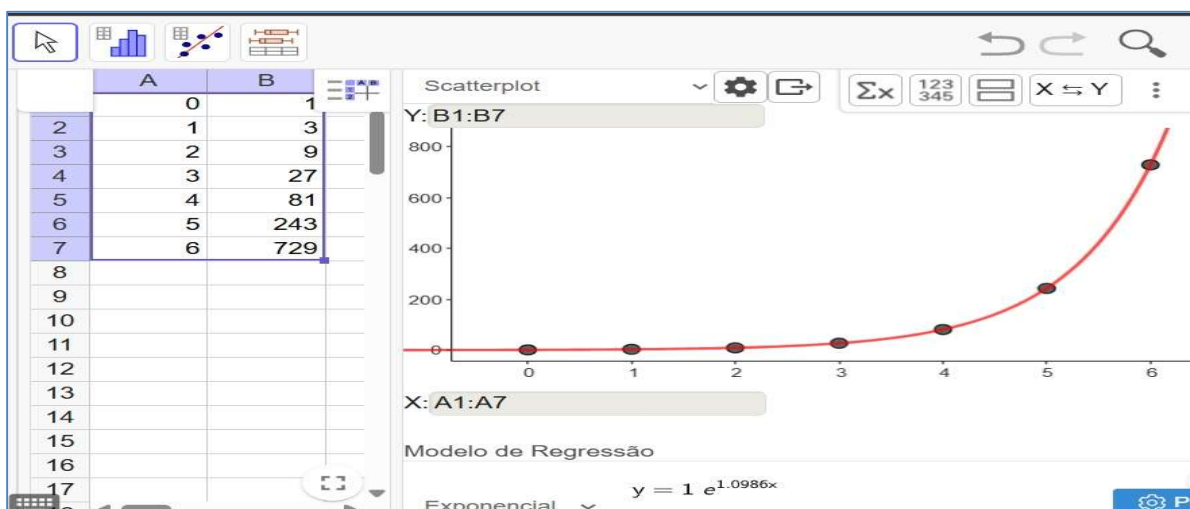
**Figura 15 – Gráfico da Função Crescente I**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).



**Figura 16 – Gráfico Função Crescente II**

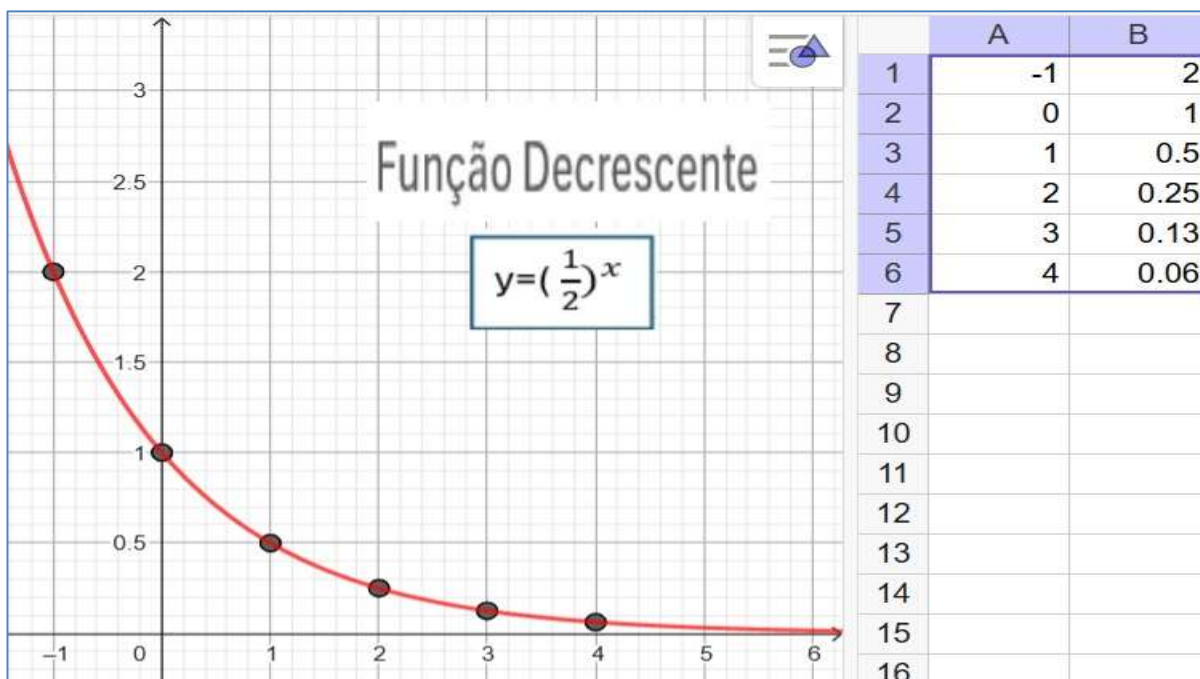


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

b) Função Decrescente

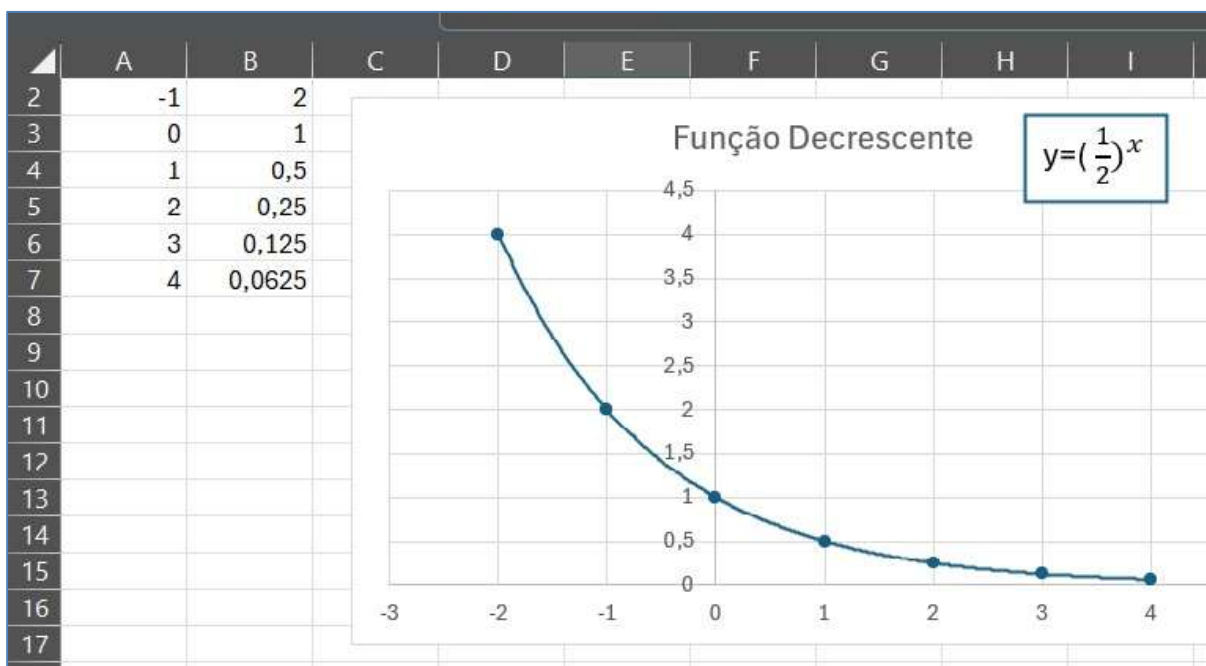
Se  $f(x_1) \geq f(x_2)$  com  $x_1 < x_2$ , dizemos que  $f$  é uma função decrescente. Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função decrescente no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos representados nas figuras 17 e 18 a seguir.

**Figura 17 - Gráfico da Função Decrescente I**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 18 – Gráfico da Função Decrescente II**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

#### 2.6.2.2 Função Constante

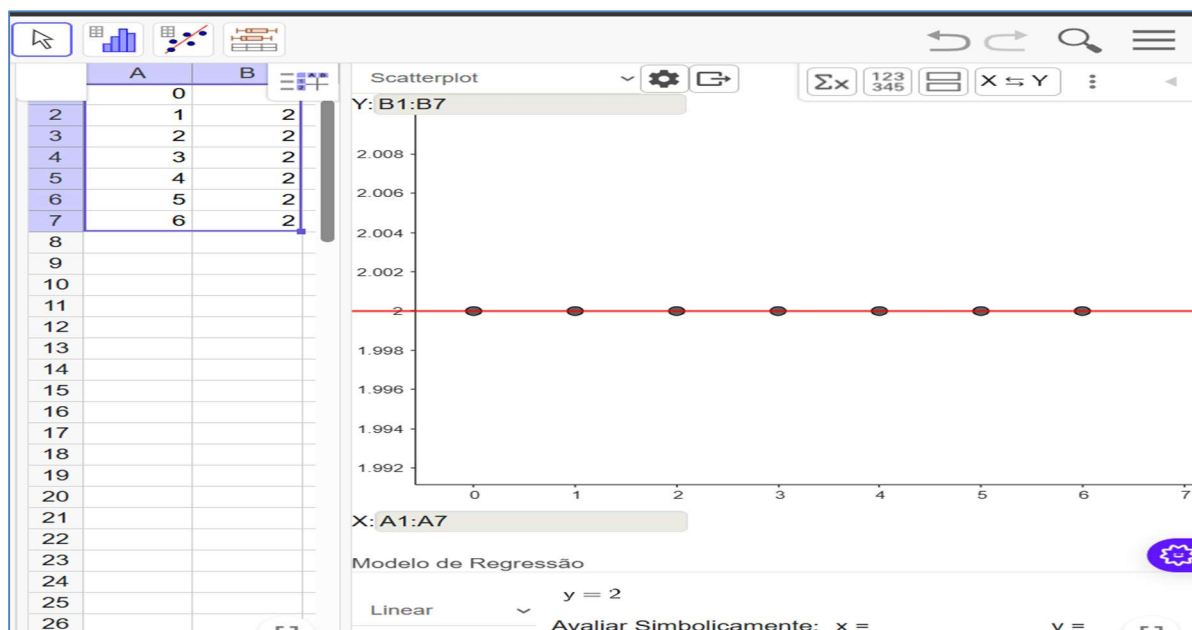
Seja uma relação de  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  tal que sempre associamos ao valor de  $x$  do domínio de  $f$  um único valor  $c$  do contradomínio de  $\mathbb{R}$ . Essa aplicação  $f$ , tal que,  $f(x) = c$  recebe o nome de função constante. Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função constante no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos das figuras 19 e 20 a seguir.

**Figura 19 – Gráfico da Função Constante I**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 20 – Gráfico da Função Constante II**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

### 2.6.2.3 Função Afim

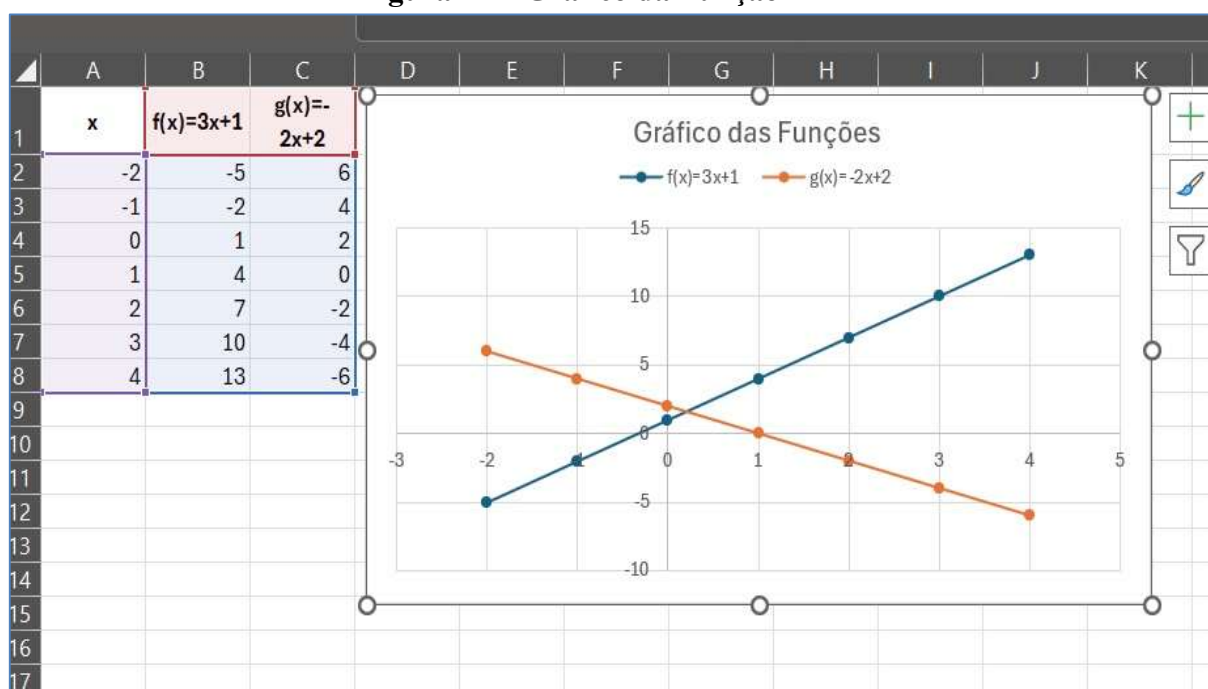
A função afim é uma relação matemática de  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  representada por  $f(x) = ax + b$ , onde  $a$  e  $b$  são números reais, com  $a \neq 0$ . O gráfico de uma função afim é sempre uma reta, característica marcante desse tipo de função. O valor de  $a$  é denominado coeficiente angular e indica a inclinação da reta no gráfico da função, enquanto  $b$  é o coeficiente linear e mostra o ponto no qual a reta cruza o eixo  $y$ .

A depender do valor do coeficiente angular ( $a$ ), a função afim pode ser crescente ou decrescente. Quando  $a > 0$ , a reta sobe da esquerda para a direita, indicando que a função é crescente. Já quando  $a < 0$ , a reta desce da esquerda para a direita, caracterizando uma função decrescente.

Um caso particular de função afim é a função linear. Nesse tipo de função afim, temos uma aplicação de  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  onde, cada  $x$  está associado a um  $y$ , já que  $b = 0$ , nesse caso particular temos:  $f(x) = ax$ , com  $a \neq 0$ .

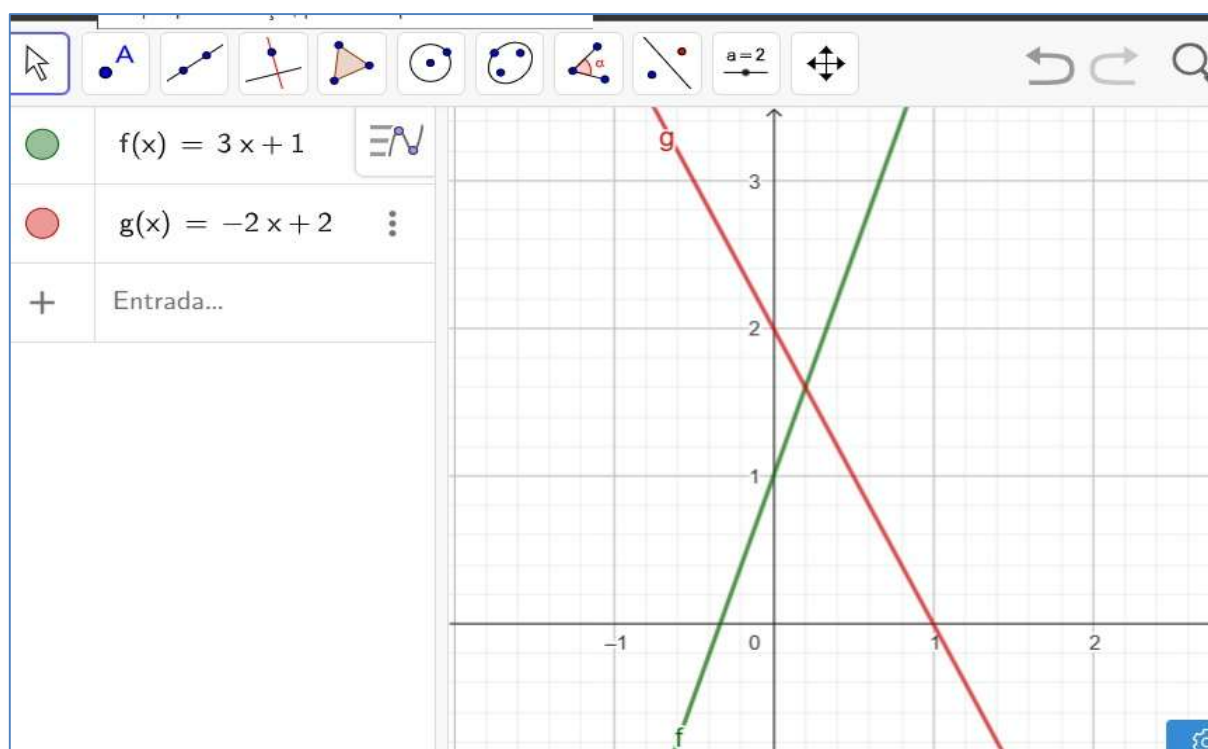
Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função afim no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos representados nas figuras 21 e 22 a seguir.

**Figura 21 – Gráfico da Função Afim I**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 22 – Gráfico da Função Afim II**



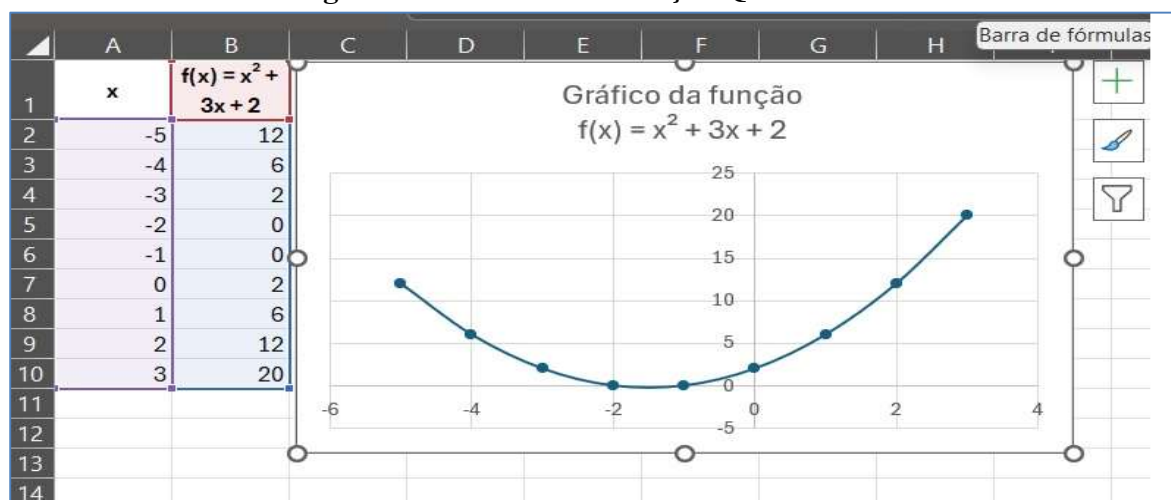
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

### 2.6.2.4 Função Quadrática

Uma relação matemática de  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  representada pela expressão  $f(x) = ax^2 + bx + c$  onde  $a, b$  e  $c$  são números reais, com  $a \neq 0$  é definida como função quadrática. O gráfico de uma função quadrática é sempre uma parábola, característica marcante desse tipo de função. E quando  $a > 0$ , a parábola tem concavidade voltada para cima. Já quando  $a < 0$  a parábola tem concavidade voltada para baixo.

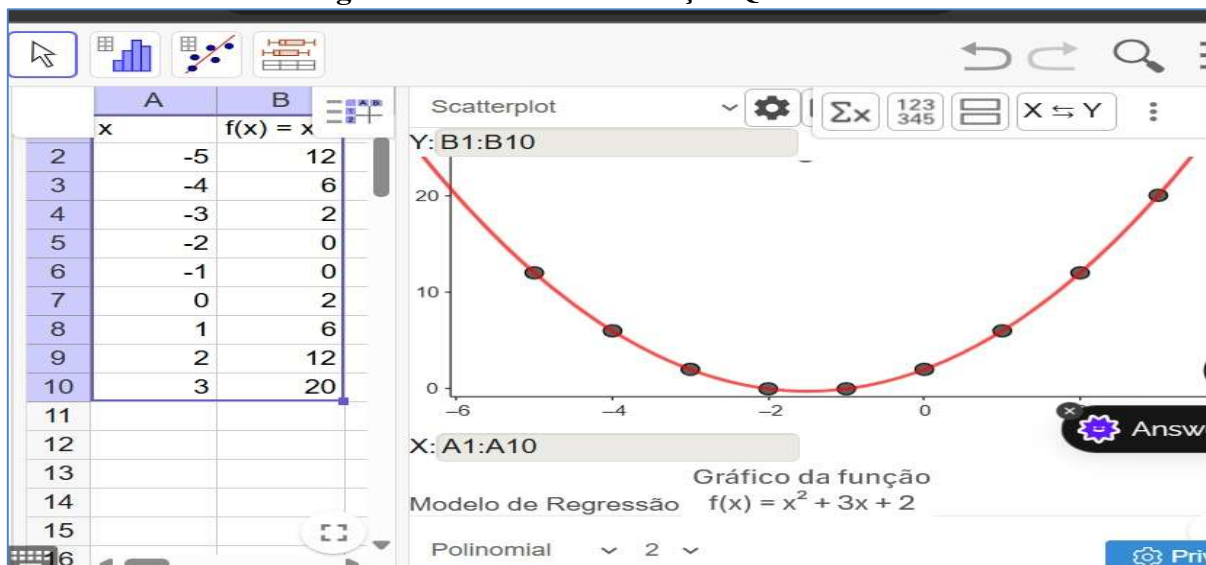
Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função quadrática no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos das figuras 23, 24, 25 e 26 a seguir.

**Figura 23 – Gráfico da Função Quadrática I**



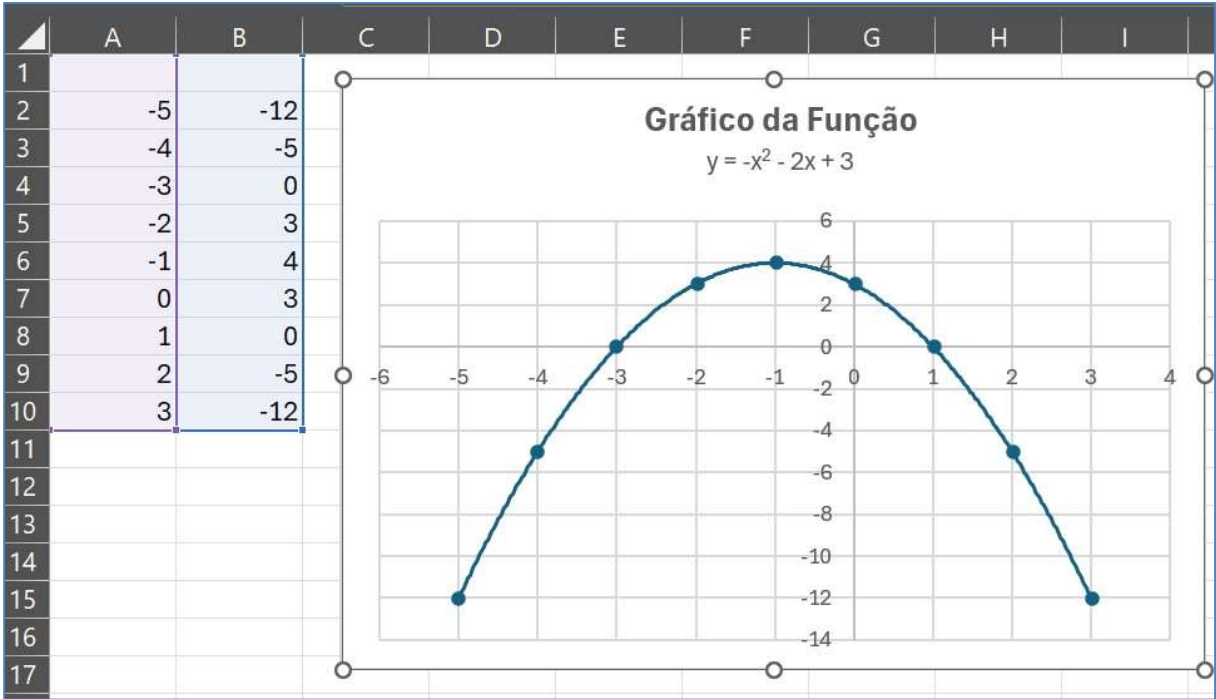
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 24 – Gráfico da Função Quadrática II**



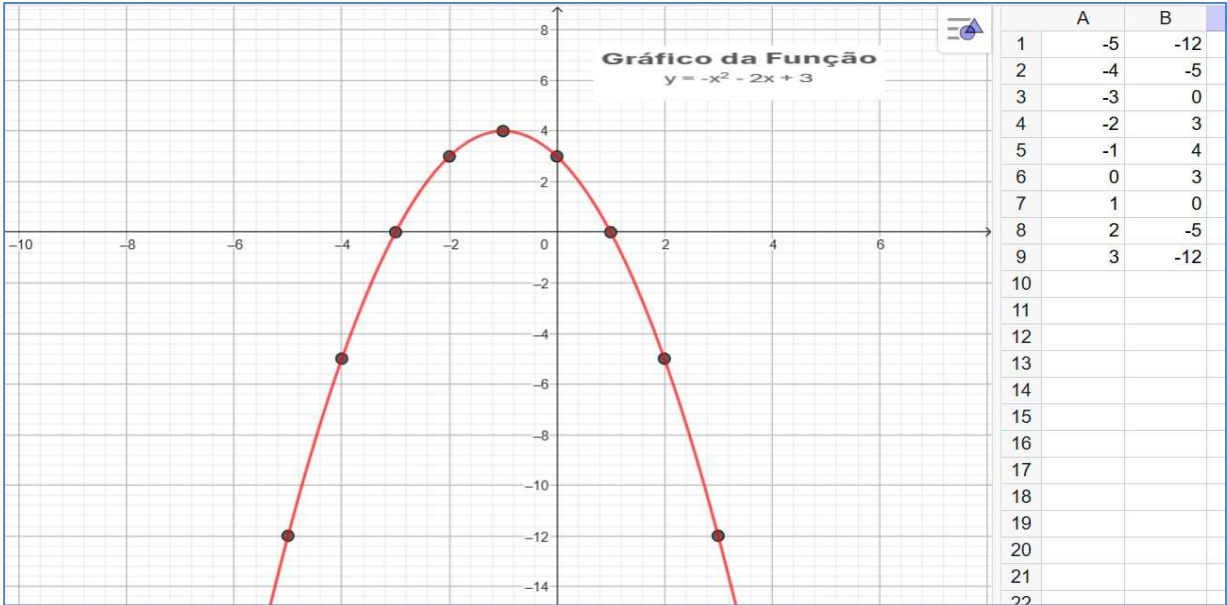
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 25 – Gráfico da Função Quadrática III



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 26 – Gráfico da Função Quadrática IV



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

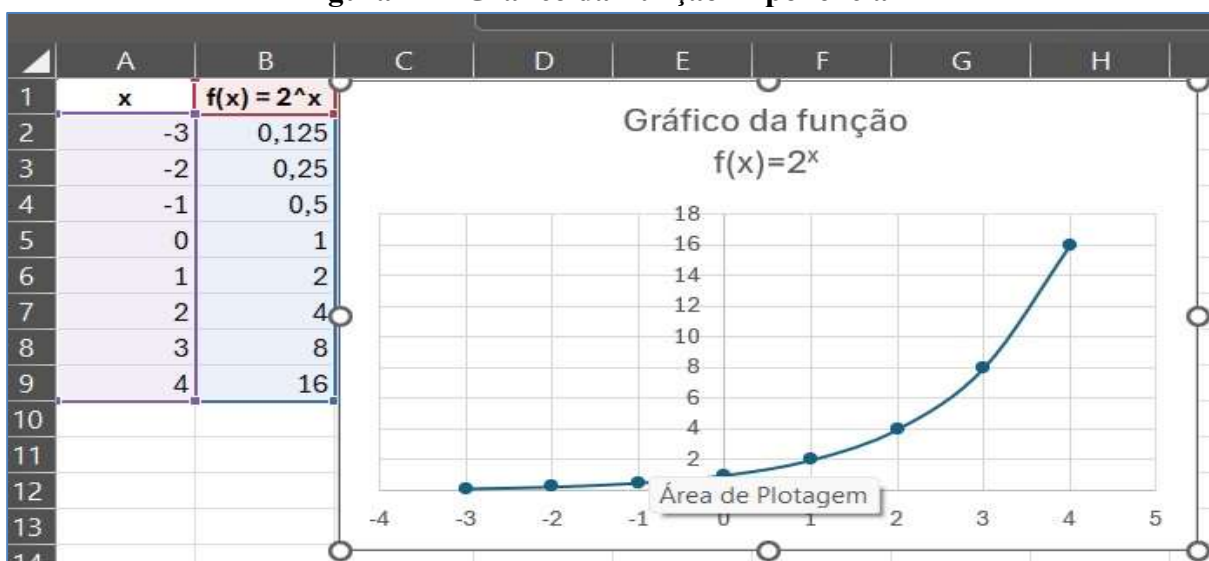
2.6.2.5 Função Exponencial

Uma relação matemática  $f: R \rightarrow R_+$  representada pela expressão  $f(x) = a^x$ , onde  $a$  é um número real positivo e diferente de 1, é definida como função exponencial. O gráfico de uma função exponencial é uma curva contínua e suave.

Quando  $a > 1$ , a função exponencial é crescente, ou seja, seu gráfico sobe da esquerda para a direita. Já quando  $0 < a < 1$ , a função é decrescente, e seu gráfico desce da esquerda para a direita.

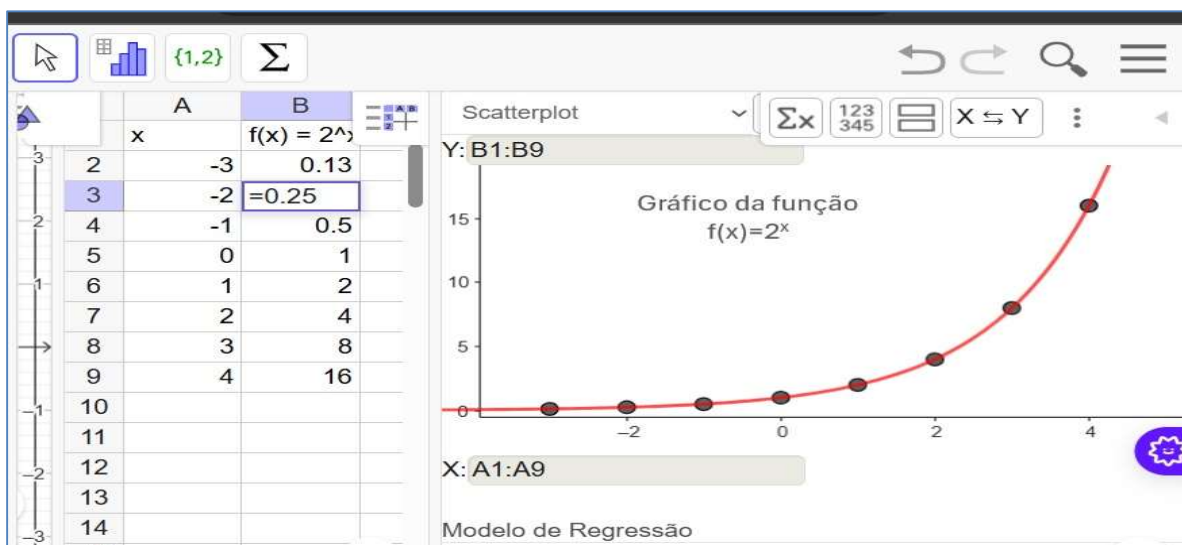
Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função exponencial crescente e decrescente no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos das figuras 27,28,29 e 30 a seguir.

**Figura 27 – Gráfico da Função Exponencial I**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

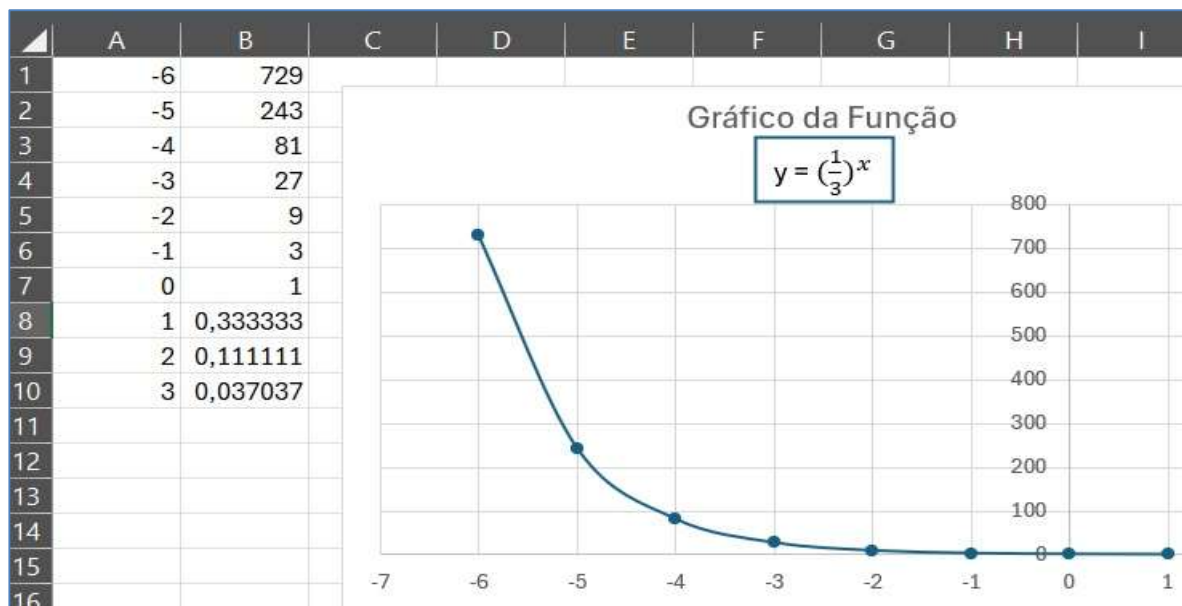
**Figura 28 – Gráfico da Função Exponencial II**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

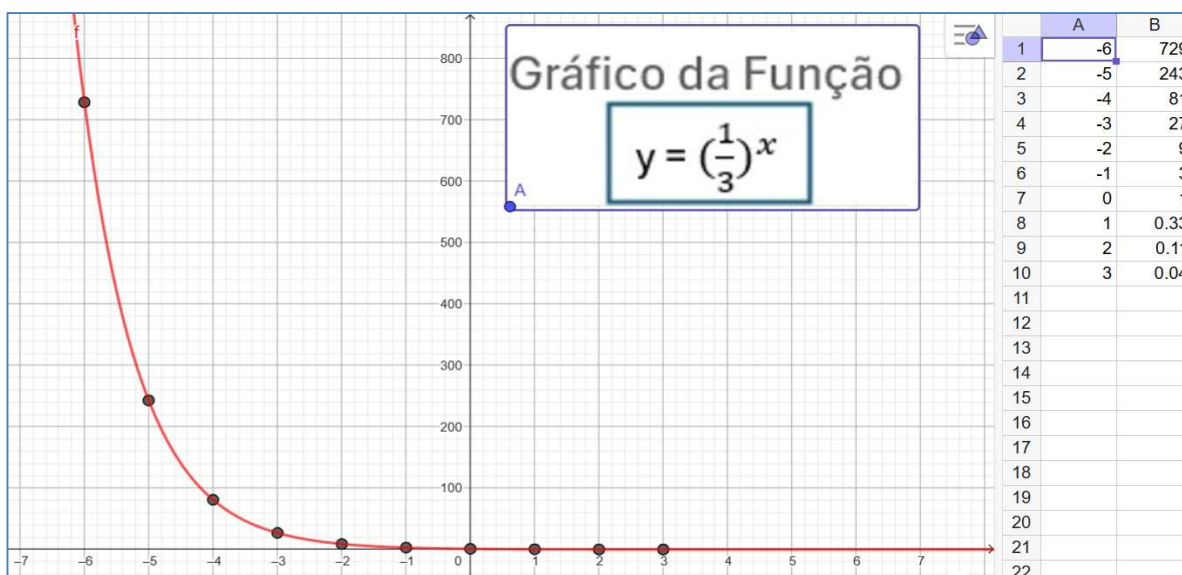


**Figura 29 – Gráfico da Função Exponencial III**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 30 – Gráfico da Função Exponencial IV**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

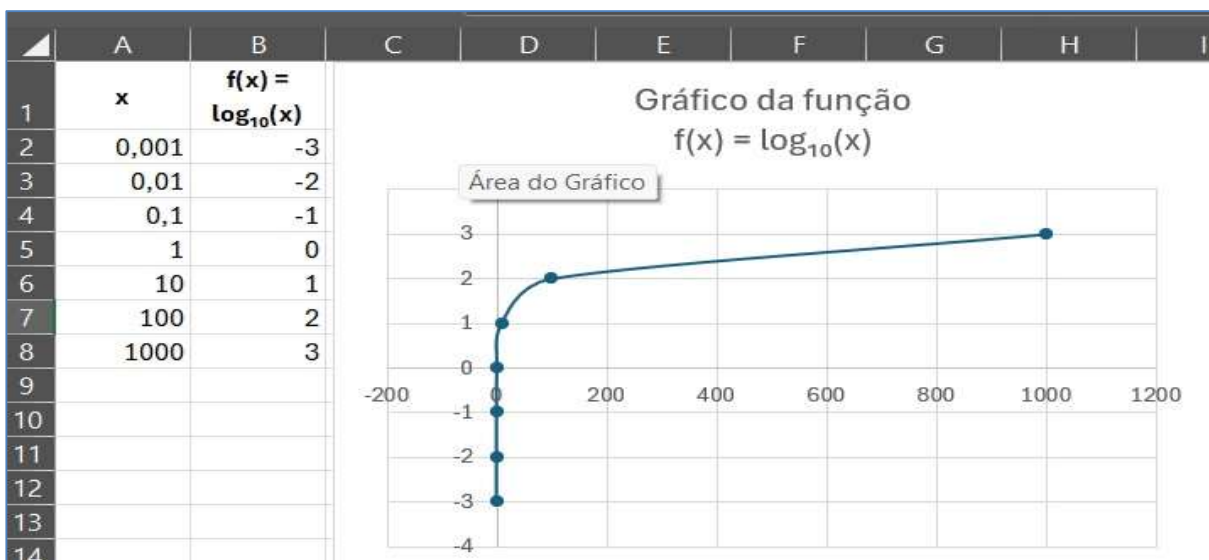
#### 2.6.2.6 Função Logarítmica

Uma relação matemática de  $f: R_+^* \rightarrow R$  representada pela expressão  $f(x) = \log_a x$ , onde  $a$  é um número real positivo e diferente de 1, é definida como função logarítmica. O gráfico de uma função logarítmica é uma curva contínua que intercepta o eixo  $x$  no ponto  $(1,0)$ , característica marcante desse tipo de função.



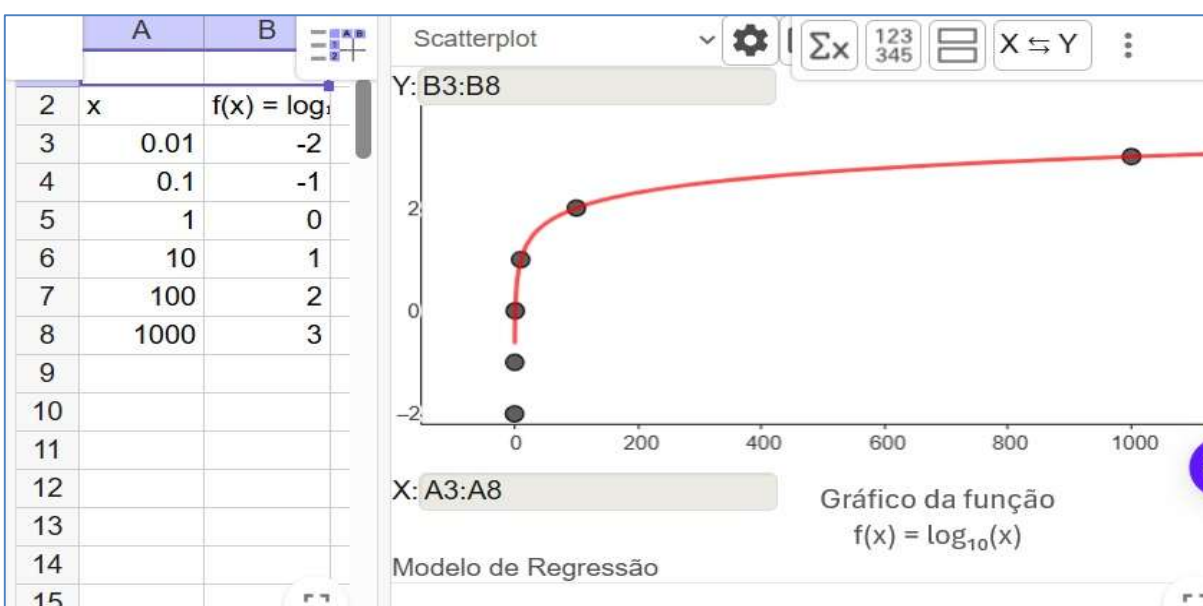
Quando  $a > 1$ , a função logarítmica é crescente, ou seja, seu gráfico sobe da esquerda para a direita. Já quando  $0 < a < 1$ , a função é decrescente, e seu gráfico desce da esquerda para a direita. Exemplos de como podemos representar o gráfico de uma função Logarítmica crescente e decrescente no Excel e no GeoGebra estão indicados nos gráficos representados nas figuras 31, 32, 33 e 34 a seguir.

**Figura 31 – Gráfico da Função Logarítmica I**



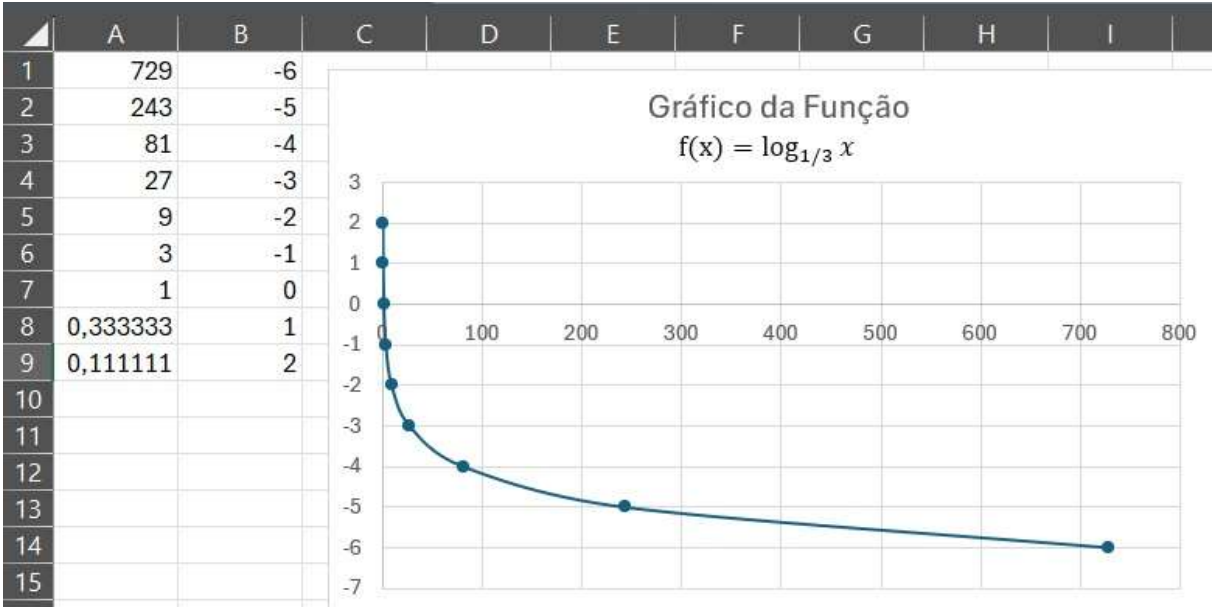
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 32 – Gráfico da Função Logarítmica II**



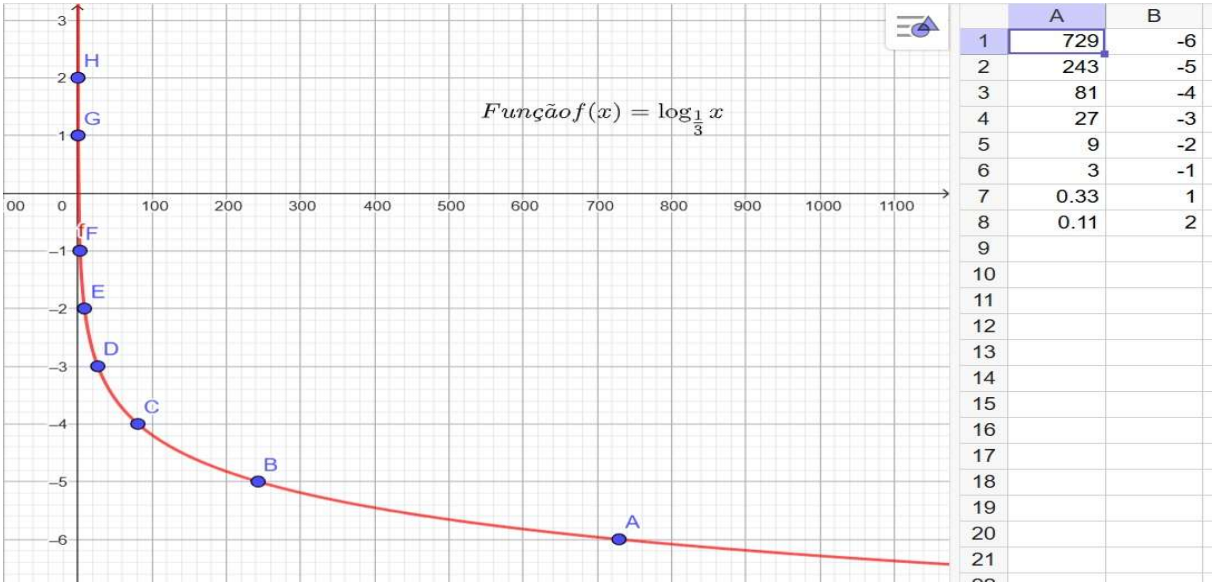
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 33 – Gráfico da Função Exponencial III



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 34 – Gráfico da Função Exponencial IV



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

2.6.3 Gráficos de Dispersão

O gráfico de dispersão é uma ferramenta gráfica utilizada para representar visualmente a relação entre duas variáveis quantitativas. Através da disposição de pontos em um plano cartesiano, é possível analisar tendências, padrões e possíveis correlações entre os dados. Cada

ponto no gráfico representa um par ordenado (x,y) correspondente a uma observação do conjunto de dados.

Esse tipo de gráfico é amplamente utilizado em análises estatísticas e, em especial, no estudo de regressão linear. No contexto educacional, ele contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento estatístico e da leitura crítica de dados. Quando bem utilizado, o gráfico de dispersão ajuda os estudantes a compreenderem que nem toda relação entre variáveis é exata, mas pode haver uma tendência ou padrão que pode ser modelado (CAZORLA *et al.*, 2011).

Tomemos como exemplo os dados da tabela 1 para simular uma situação na qual se deseja criar um gráfico de dispersão.

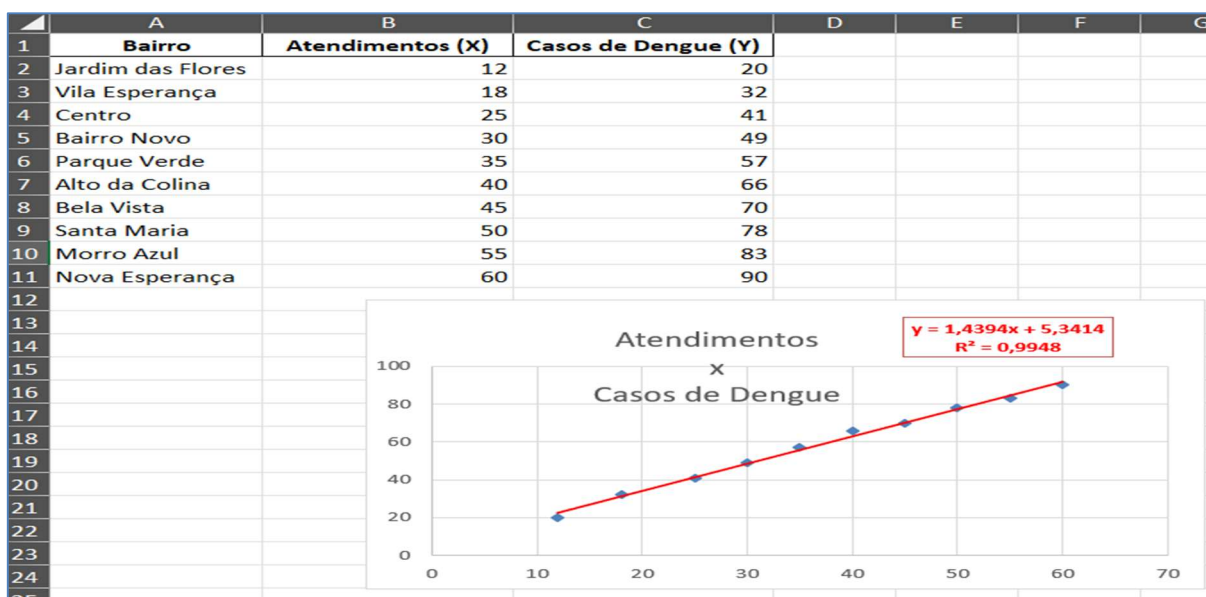
**Tabela 01**

<b>Bairro</b>	<b>Atendimentos (X)</b>	<b>Casos de Dengue (Y)</b>
Jardim das Flores	12	20
Vila Esperança	18	32
Centro	25	41
Bairro Novo	30	49
Parque Verde	35	57
Alto da Colina	40	66
Bela Vista	45	70
Santa Maria	50	78
Morro Azul	55	83
Nova Esperança	60	90

Fonte: Tabela elaborada pelo autor (2025).

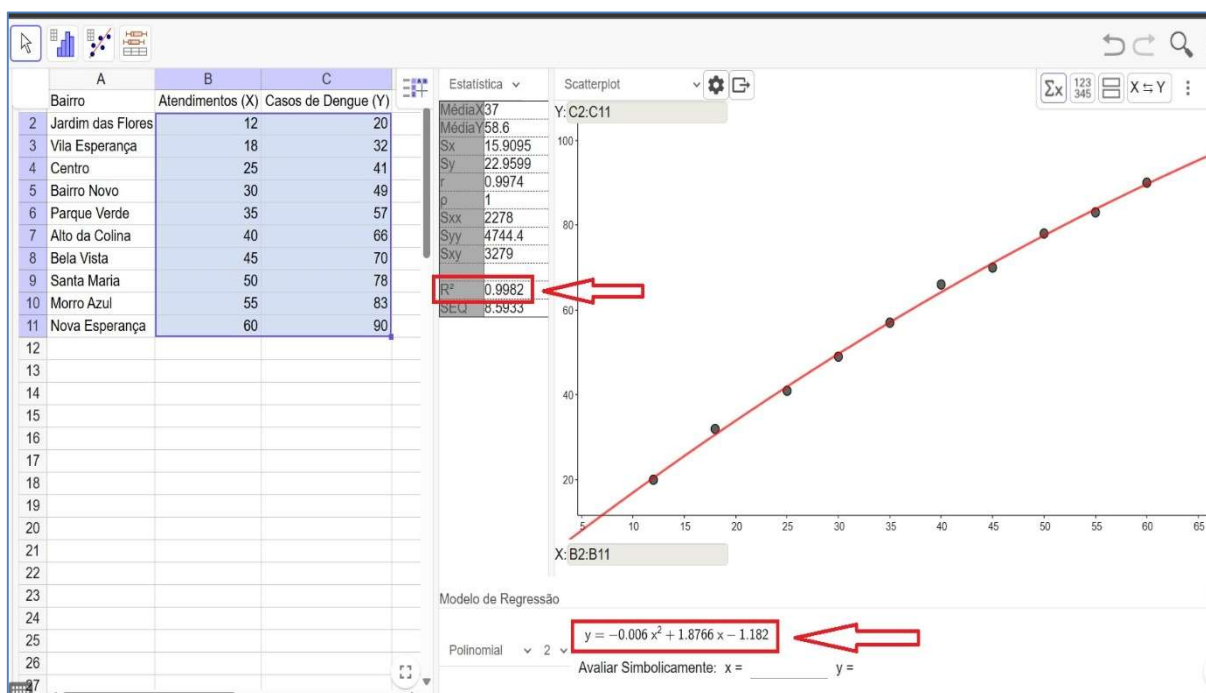
Nas figuras 36 e 37 a seguir temos dois exemplos de gráficos de dispersão gerados nos softwares Excel e GeoGebra, respectivamente.

Figura 35 – Gráfico da Função Afim - Excel



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 36 – Gráfico da Função Polinomial do 2º Grau - GeoGebra



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

No Microsoft Excel, o gráfico de dispersão pode ser construído facilmente a partir de uma tabela de dados dispostos em duas colunas. O programa permite inserir uma linha de tendência, também chamada de reta de regressão, sobre o gráfico, além de exibir o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), facilitando a análise da qualidade do ajuste. Essa

funcionalidade é útil no ensino, ao permitir que os alunos visualizem como os dados se distribuem em relação a um modelo proposto.

Já o software GeoGebra, uma plataforma gratuita e interativa voltada à educação matemática, oferece recursos dinâmicos para a construção de gráficos de dispersão e análise de regressão. Os estudantes podem manipular os pontos livremente, testar diferentes tipos de regressão (linear, exponencial, polinomial, etc.) e observar como a alteração dos dados afeta a reta de ajuste e os valores estatísticos associados, como o  $R^2$ . Essa abordagem exploratória incentiva a aprendizagem por investigação e promove maior engajamento dos alunos com os conceitos matemáticos.

Segundo CAZORLA *et al.* (2011), a utilização de representações gráficas no ensino da estatística favorece a compreensão de conceitos como variabilidade, tendência e associação entre variáveis. Os gráficos de dispersão, por sua natureza visual, são especialmente eficazes para iniciar os alunos na análise de dados reais, conectando a matemática a contextos do cotidiano, como estudos sobre saúde, meio ambiente, economia e outros temas transversais.

BIANCHINI *et al.* (2018) analisaram uma proposta didática que utilizou o Excel para representação gráfica no ensino de estatística. Os resultados indicaram que os alunos se envolveram ativamente na coleta e análise de dados, desenvolvendo habilidades de leitura e interpretação de gráficos. O uso do Excel facilitou a visualização dos dados e a compreensão dos conceitos estatísticos, tornando o aprendizado mais significativo.

Da mesma forma, COUTINHO; ALMOULOUD e SILVA (2016) discutem o desenvolvimento do letramento estatístico a partir do uso do GeoGebra. O estudo destaca que o GeoGebra permite a manipulação dinâmica de dados e a construção de representações gráficas, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos conceitos estatísticos. A interatividade proporcionada pelo software estimula a investigação e a reflexão crítica dos alunos sobre os dados analisados.

Além disso, MAIA e VASCONCELOS (2022) enfatizam que a utilização do GeoGebra na educação matemática possibilita que os alunos explorem, interajam, formem conceitos e experimentem a geometria de maneira dinâmica. Essa abordagem interativa melhora de forma eficiente e eficaz o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais envolvente e contextualizado.

Portanto, com base nesses estudos pode-se afirmar que, o gráfico de dispersão, aliado ao uso de tecnologias digitais como o Excel e o GeoGebra, constitui uma ferramenta valiosa para o ensino de matemática e estatística. Ele não somente amplia a compreensão dos alunos

sobre relações entre variáveis, mas também promove uma abordagem mais investigativa, contextualizada e significativa da matemática escolar.

#### 2.6.4 Coeficiente de Determinação

O coeficiente de determinação, representado por  $R^2$ , é uma medida estatística fundamental para avaliar a qualidade de um modelo de regressão linear. Ele expressa a proporção da variabilidade total dos dados explicada pela reta de regressão ajustada ao conjunto de pontos observados. Em termos simples,  $R^2$  indica o quanto o modelo se ajusta aos dados. Seu valor varia entre 0 e 1: quanto mais próximo de 1, melhor o modelo representa os dados.

Em um gráfico de dispersão com uma linha de tendência (reta de regressão), que podem ser construídos facilmente em softwares como Microsoft Excel ou GeoGebra, o  $R^2$  é exibido para indicar a precisão do ajuste. No Excel, ao adicionar uma linha de tendência a um gráfico de dispersão, pode-se ativar a exibição do valor de  $R^2$  diretamente no gráfico. Esse recurso é amplamente utilizado no ensino da matemática, ao facilitar a interpretação da relação entre duas variáveis a partir de dados reais, como ocorre em atividades de modelagem matemática (MICROSOFT CORPORATION, 2025).

No GeoGebra, uma ferramenta que pode ser utilizada no contexto educacional, o processo é semelhante: ao construir um gráfico de regressão linear, o valor de  $R^2$  também pode ser visualizado, permitindo ao estudante investigar a qualidade do ajuste entre os pontos e a reta. O uso dessas ferramentas digitais contribui significativamente para o entendimento conceitual do coeficiente de determinação, pois o aluno pode alterar os dados e observar, em tempo real, as mudanças no valor de  $R^2$ , promovendo uma aprendizagem mais ativa e exploratória (GEOGEBRA, 2025).

Segundo TRIOLA (2017), o coeficiente de determinação é obtido pela fórmula:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Onde  $Y_i$  representam os valores observados da variável dependente,  $\hat{Y}_i$  representa os valores preditos pelo modelo de regressão e  $\bar{Y}$  representa a média dos valores observados da variável dependente e  $n$  o número de observações. Essa fórmula evidencia a comparação entre os resíduos do modelo (diferença entre valores observados e previstos) e a variância total dos dados.

Quando retomamos aos gráficos das figuras 29 e 30 vemos que os valores de  $R^2$  são bem próximos de 1, mostrando dessa forma que o modelo escolhido após a plotagem dos dados

e geração do gráfico de dispersão se aproxima de forma muito satisfatória da função sugerida por ambos os softwares.

No contexto educacional, especialmente no ensino médio, utilizar o coeficiente de determinação como ferramenta de análise em atividades com dados reais, como casos de dengue, consumo de energia ou índices econômicos, favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão estatística dos fenômenos, conforme defendido por SKOVSMOSE (2001) ao abordar a matemática em contextos sociais relevantes.

Concluimos, desta forma, que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é mais do que uma medida técnica. Ele é um recurso pedagógico essencial para aproximar o estudante da realidade por meio de um modelo matemático. Os softwares como Excel e GeoGebra são aliados valiosos nessa abordagem, ao facilitarem tanto a visualização quanto a interpretação do ajuste estatístico dos dados.

## 2.7 Aplicações

### 2.7.1 Uma Introdução às Aplicações

Durante os anos o Ministério da Saúde tem se dedicado no combate e prevenção da dengue em todo o território nacional. Além de manter o registro de todos os dados referentes a doença sempre atualizados, tais informações são disponibilizadas no site DATASUS (figura 37) a partir do ano de 2007 até 2025

**Figura 37 – Doenças e Agravos de Notificação – 2007 em diante (SINAN)**



Fonte: DATASUS (2025)

Os dados que usaremos foram coletados do site [www.datasus.saude.gov.br](http://www.datasus.saude.gov.br) e serão utilizadas amostras para análise casos confirmados de dengue na capital do Piauí, Teresina, dentre os anos de 2007 e 2025, com exceção para os anos de 2021 e 2022 devido ao isolamento provocado pela pandemia da COVID-19. As informações presentes nas imagens 38 e 39 são usadas e a ênfase será na associação e comportamento do número de casos confirmados da doença com funções e seus respectivos gráficos já citados nesta dissertação. Usaremos para isso os softwares Excel e GeoGebra, mostrando desta forma, com tais temas podem ser trabalhados pelo professor de matemática com seus alunos.

**Figura 38 – Dengue – Notificações Registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Piauí**

12/08/2025, 14:25 TabNet Win32 3.3: DENGUE - Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Piauí

Ministério da Saúde

INFORMAÇÕES DE SAÚDE AJUDA DATASUS Tecnologia da Informação a Serviço do SUS

DENGUE - NOTIFICAÇÕES REGISTRADAS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - PIAUÍ

Casos Prováveis por Ano Notificação segundo Ano Notificação  
Município Infecção: 221100 TERESINA  
Período: 2007-2013

Ano Notificação	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
<b>TOTAL</b>	<b>4.605</b>	<b>1.288</b>	<b>988</b>	<b>2.507</b>	<b>6.053</b>	<b>4.222</b>	<b>618</b>	<b>20.281</b>
2007	4.605	-	-	-	-	-	-	4.605
2008	-	1.288	-	-	-	-	-	1.288
2009	-	-	988	-	-	-	-	988
2010	-	-	-	2.507	-	-	-	2.507
2011	-	-	-	-	6.053	-	-	6.053
2012	-	-	-	-	-	4.222	-	4.222
2013	-	-	-	-	-	-	618	618

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

Fonte: DATASUS (2025)

**Figura 39 – Continuação Dengue – Notificações Registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Piauí**

12/08/2025, 14:24 TabNet Win32 3.3: DENGUE - Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Piauí

Ministério da Saúde

INFORMAÇÕES DE SAÚDE AJUDA DATASUS Tecnologia da Informação a Serviço do SUS

DENGUE - NOTIFICAÇÕES REGISTRADAS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - PIAUÍ

Casos Prováveis por Ano notificação segundo Ano notificação  
Município Infecção: 221100 TERESINA  
Período: 2014-2025

Ano notificação	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2023	2024	2025	Total
<b>TOTAL</b>	<b>1.953</b>	<b>2.653</b>	<b>2.173</b>	<b>2.730</b>	<b>894</b>	<b>3.884</b>	<b>843</b>	<b>3.475</b>	<b>4.951</b>	<b>2.533</b>	<b>26.089</b>
2014	1.953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.953
2015	-	2.653	-	-	-	-	-	-	-	-	2.653
2016	-	-	2.173	-	-	-	-	-	-	-	2.173
2017	-	-	-	2.730	-	-	-	-	-	-	2.730
2018	-	-	-	-	894	-	-	-	-	-	894
2019	-	-	-	-	-	3.884	-	-	-	-	3.884
2020	-	-	-	-	-	-	843	-	-	-	843
2023	-	-	-	-	-	-	-	3.475	-	-	3.475
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	4.951	-	4.951
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.533	2.533

Fonte: Ministério da Saúde/SVSA - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

Fonte: DATASUS (2025).



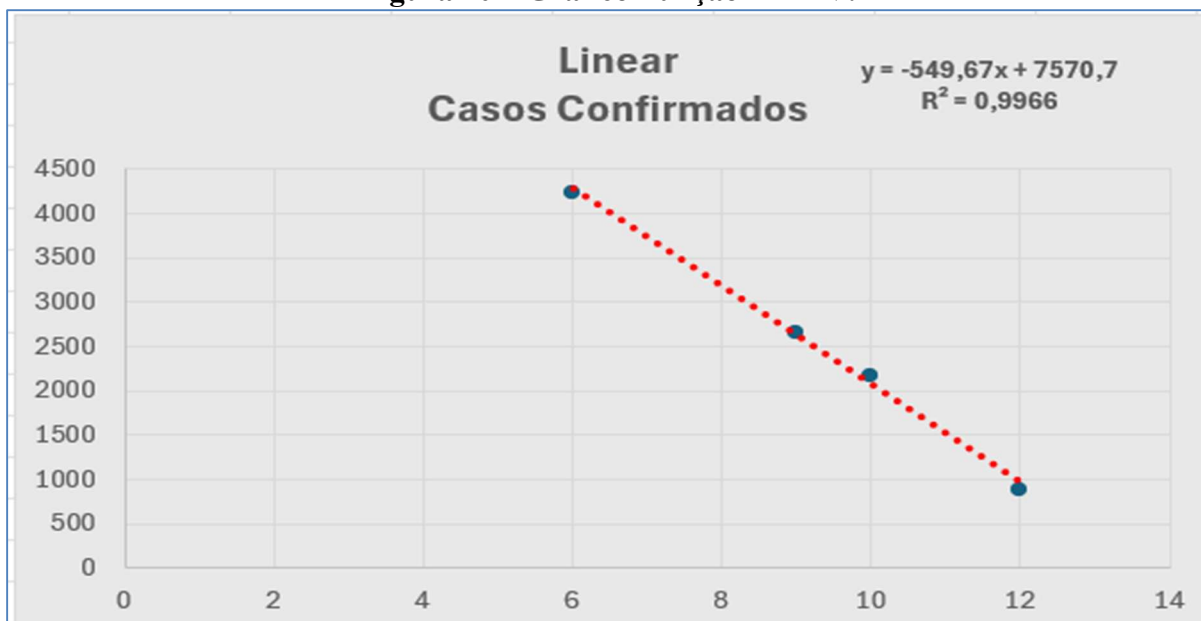
Usaremos a função Linha de Tendência no GeoGebra e no Excel. Ela é um resumo visual que mostra o padrão geral de um conjunto de dados. Se os pontos dos dados parecem alinhados em uma direção, significa que eles seguem um padrão linear — ou seja, a variação acontece de forma proporcional e constante em relação ao que está sendo analisado.

Na prática, essa linha indica se os valores estão aumentando ou diminuindo de maneira estável ao longo de outra sequência de informações. Ela facilita perceber o rumo que os dados estão tomando e prever resultados futuros com base nesse padrão.

### 2.7.2 Modelo linear

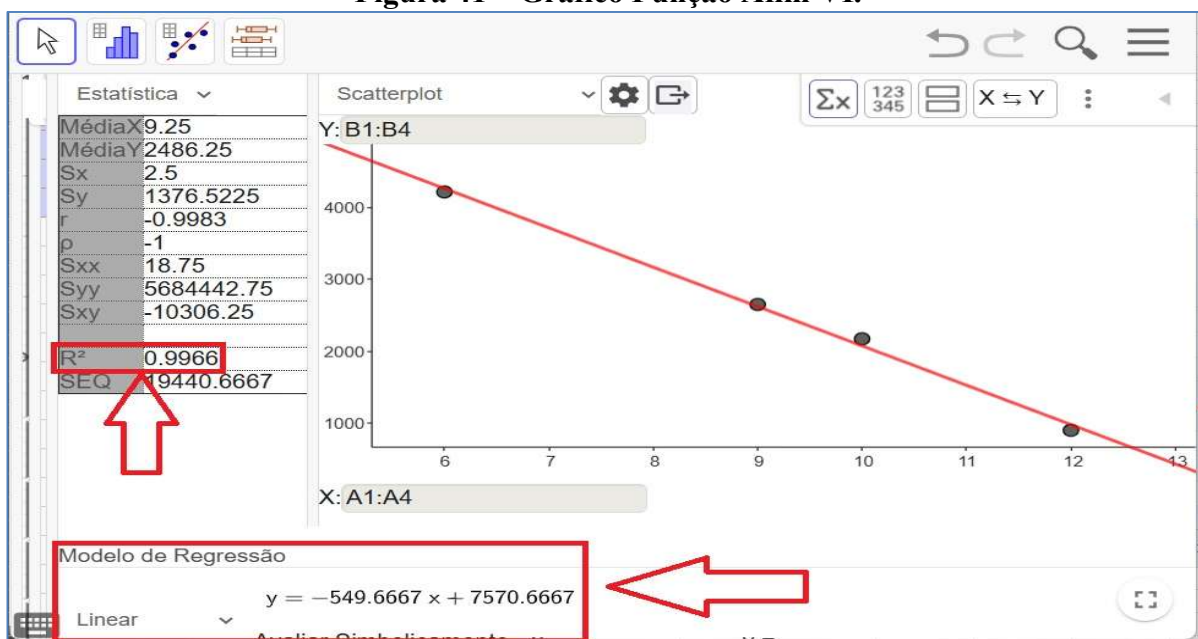
Na análise do modelo Linear serão usados os dados do número de casos de dengue nos anos de 2012, 2015, 2016, 2018. Esses dados foram inseridos nos softwares Excel e GeoGebra, respectivamente, gerando assim os gráficos de dispersão das figuras 40 e 41. Além disso foi feita ao mesmo tempo a análise do modelo Logarítmico com esses mesmos dados, gerando os gráficos de dispersão das figuras 42 e 43.

**Figura 40 – Gráfico Função Afim V.**



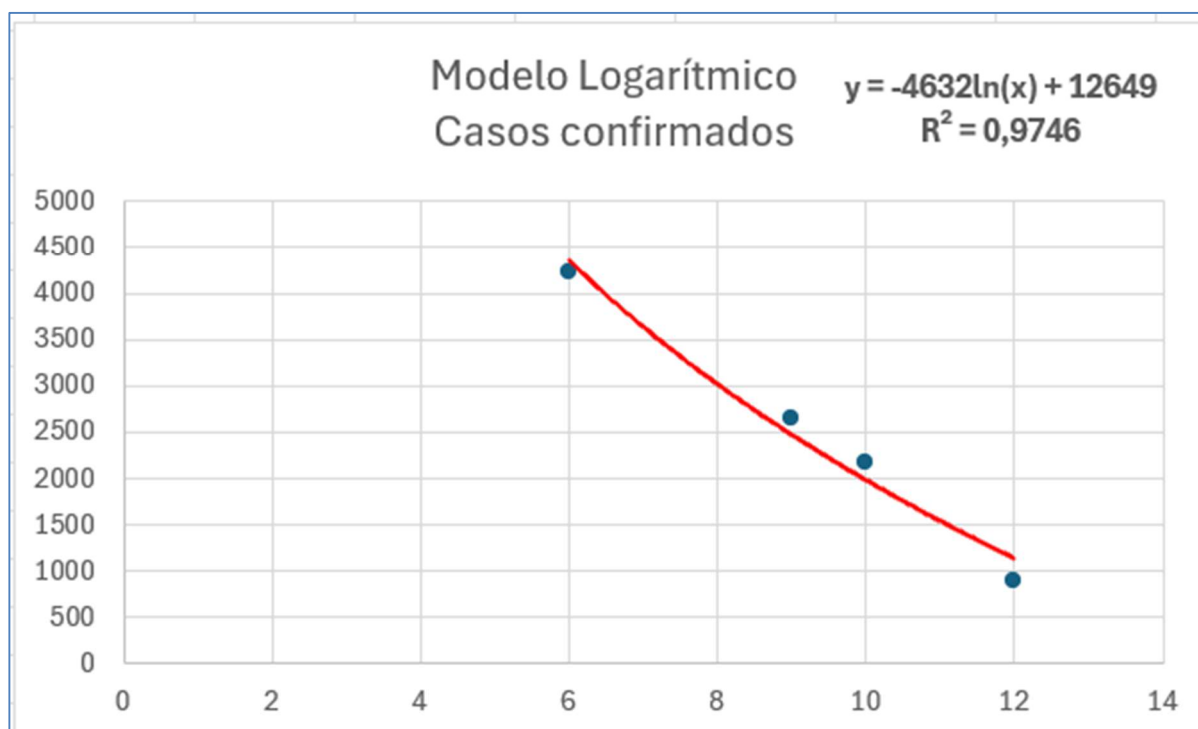
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 41 – Gráfico Função Afim VI.**



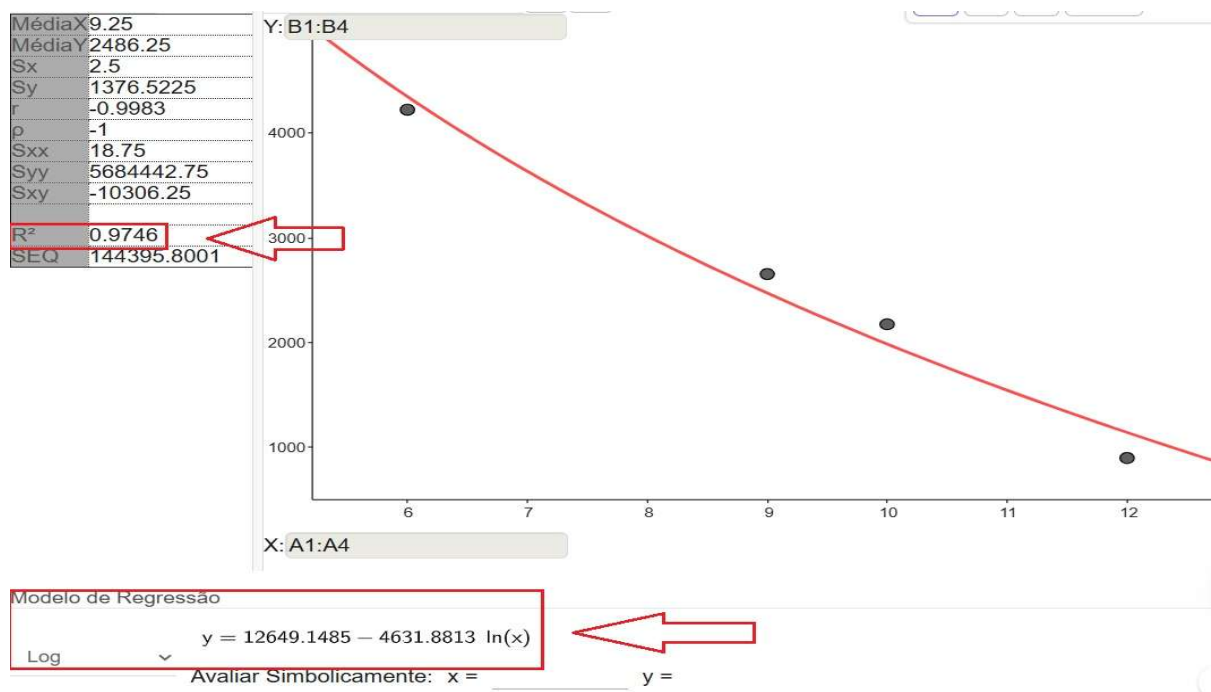
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 42 – Gráfico da Função Logarítmica V**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 43 – Gráfico da Função Logarítmica VI**



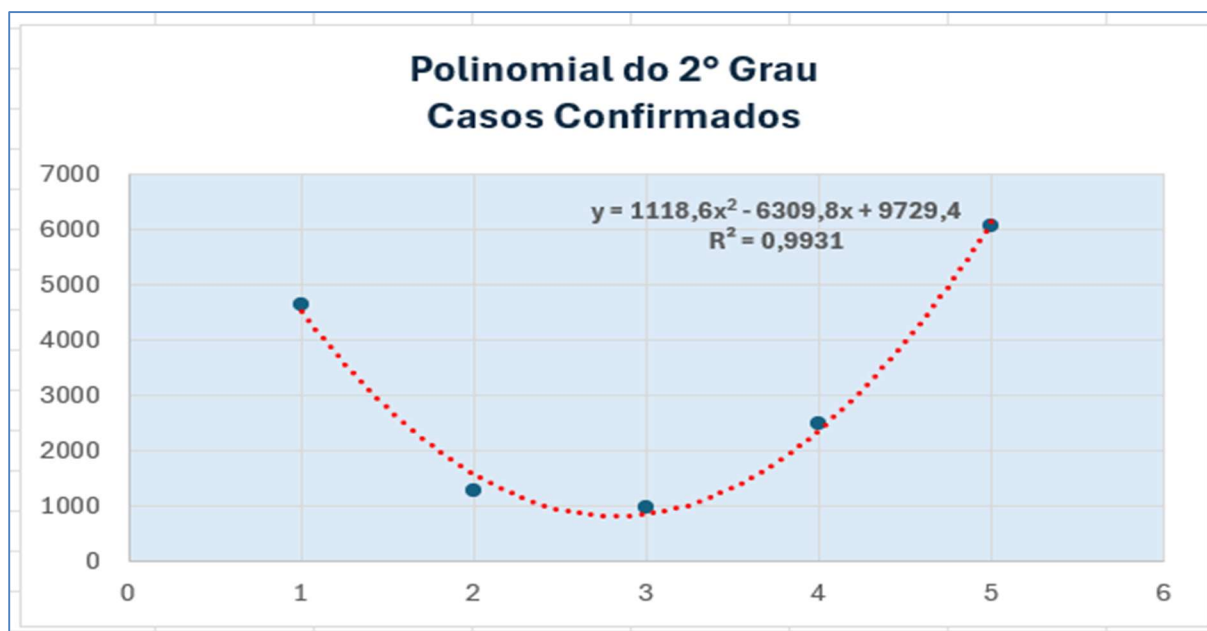
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Nota-se que, o modelo Linear é uma associação muito eficiente para o comportamento do número dos casos de dengue em Teresina para os anos observados, onde o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2 = 0,99$ . Por outro lado, o modelo Logarítmico não é uma associação tão eficiente em comparação com a primeira, pois o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2 = 0,97$ .

### 2.7.3 Modelo Polinomial do 2º Grau

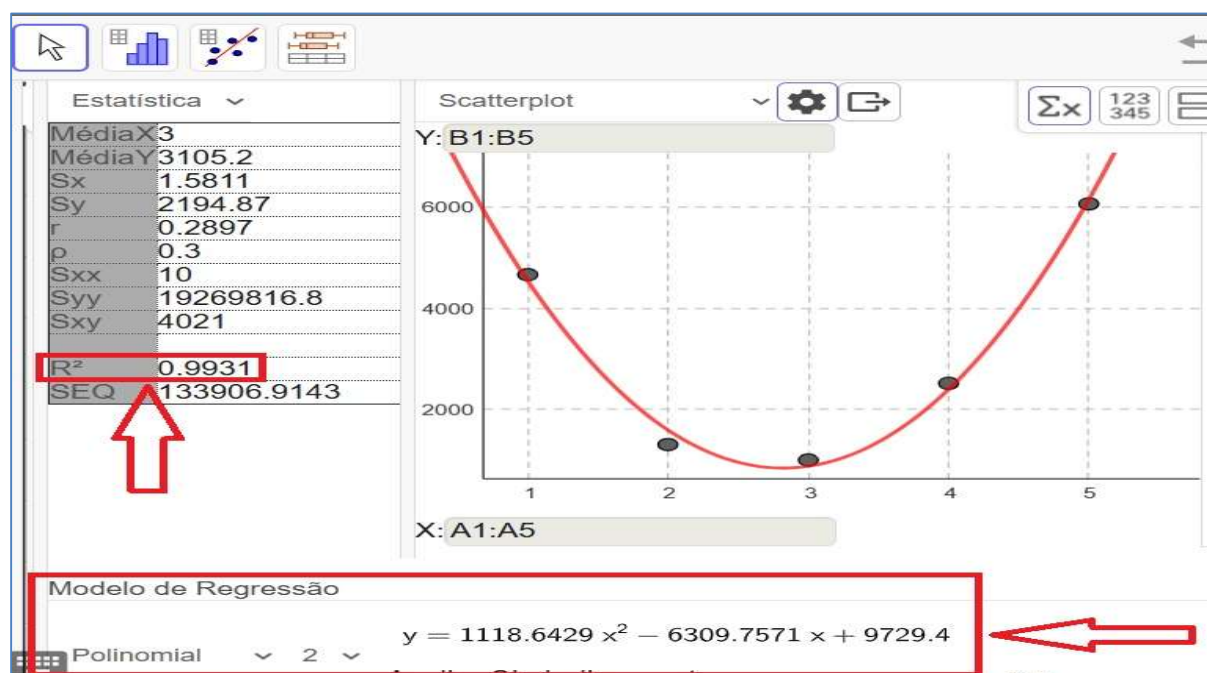
Na análise do modelo Polinomial do 2º Grau serão usados os dados do número de casos de dengue nos anos de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011. Esses dados foram inseridos nos softwares Excel e GeoGebra, respectivamente, gerando assim os gráficos de dispersão das figuras 44 e 45. Além disso foi feita ao mesmo tempo a análise do modelo logarítmico com esses mesmos dados, gerando os gráficos de dispersão das figuras 46 e 47.

Figura 44 – Gráfico Função Quadrática V.



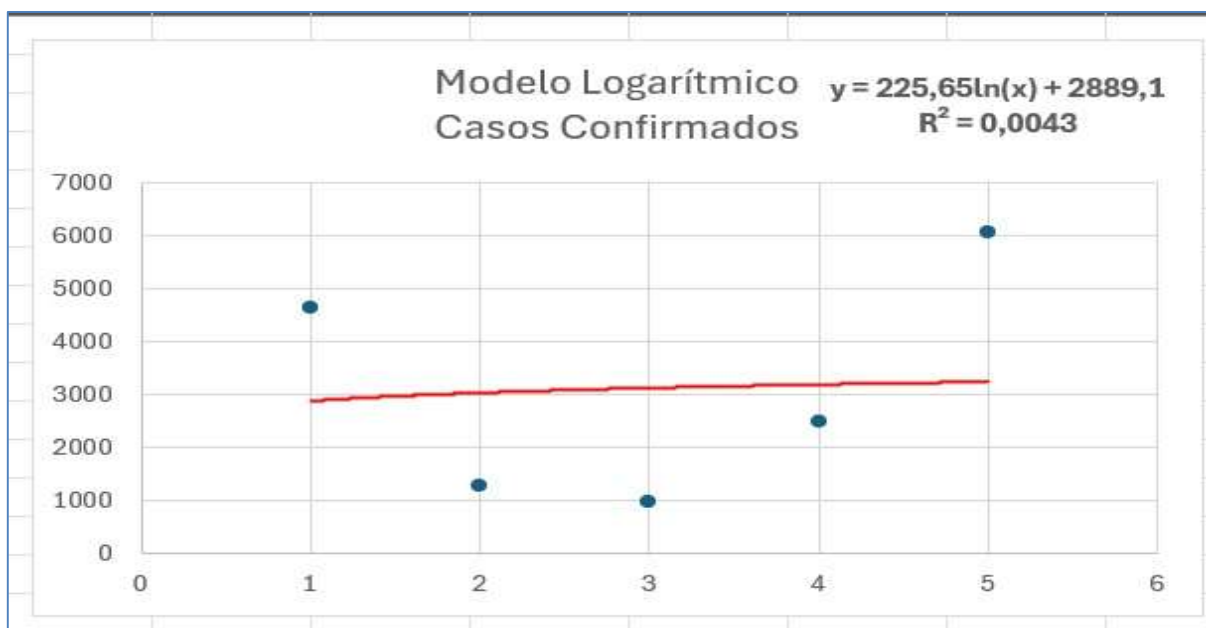
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 45 – Gráfico Função Quadrática VI.



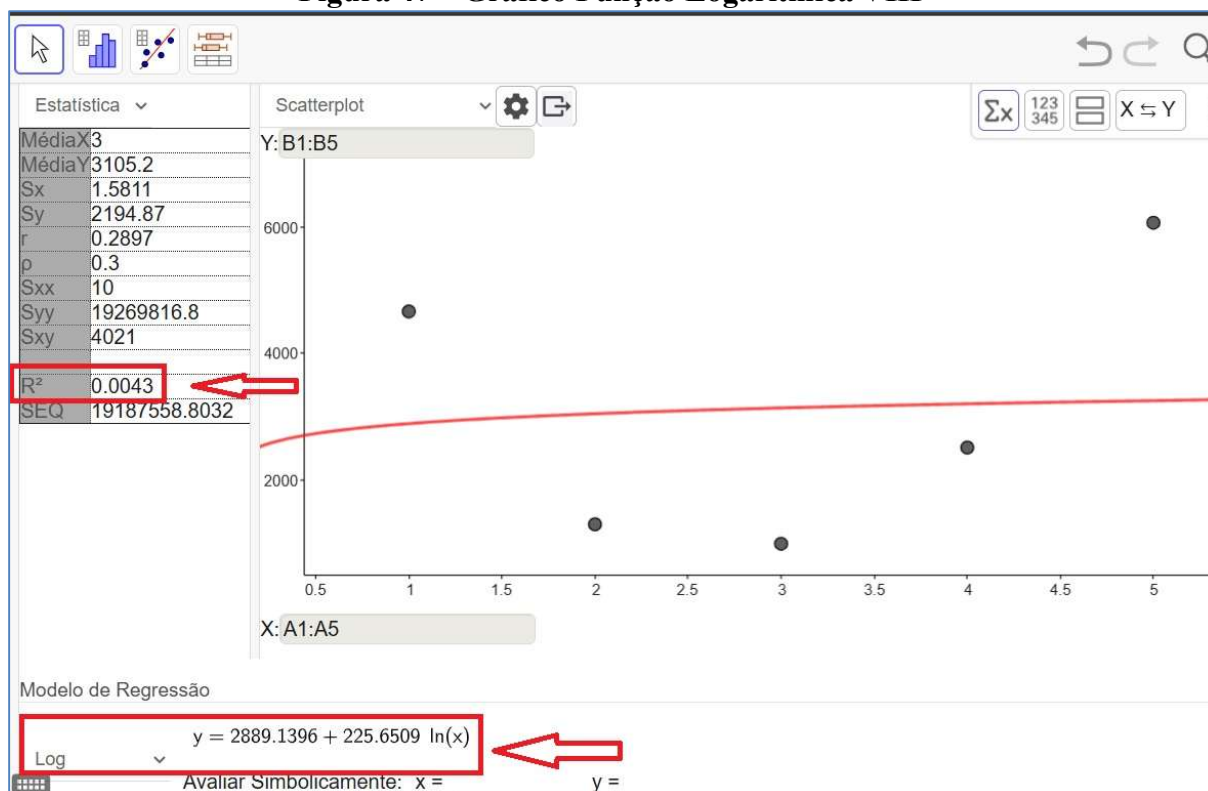
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 46 – Gráfico Função Logarítmica VII



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 47 – Gráfico Função Logarítmica VIII



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Notamos que o modelo Polinomial do 2º Grau é uma associação muito eficiente para o comportamento do número dos casos de dengue em Teresina para os anos observados, onde

o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,99$ . Por outro lado, o modelo Logarítmico não é uma associação tão eficiente quanto a primeira, pois o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,004$ .

#### 2.7.4 Modelo exponencial

Na análise do modelo Exponencial serão usados os dados do número de casos de dengue nos anos de 2009, 2014, 2017 e 2019. Esses dados foram inseridos nos softwares Excel e GeoGebra, respectivamente, gerando assim os gráficos de dispersão das figuras 48 e 49. Além disso foi feita ao mesmo tempo a análise do modelo logarítmico com esses mesmos dados, gerando os gráficos de dispersão das figuras 50 e 51.

**Figura 48 – Gráfico Função Exponencial V.**



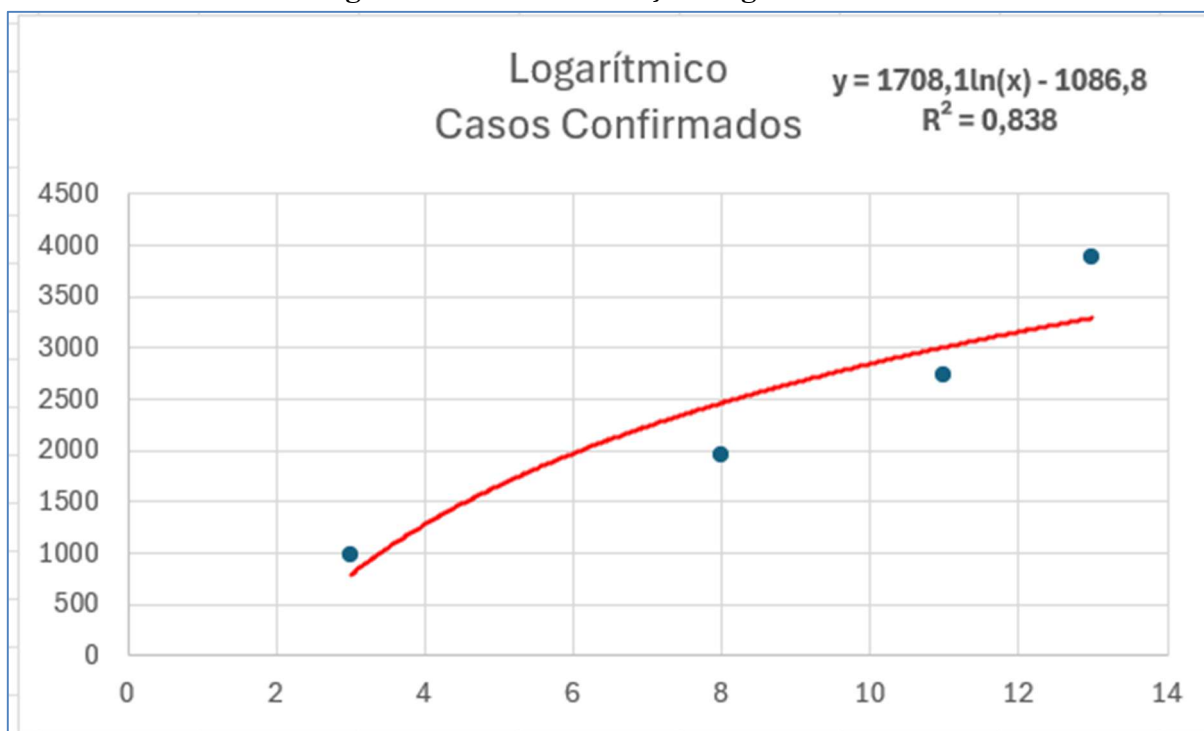
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 49 – Gráfico Função Exponencial VI.**



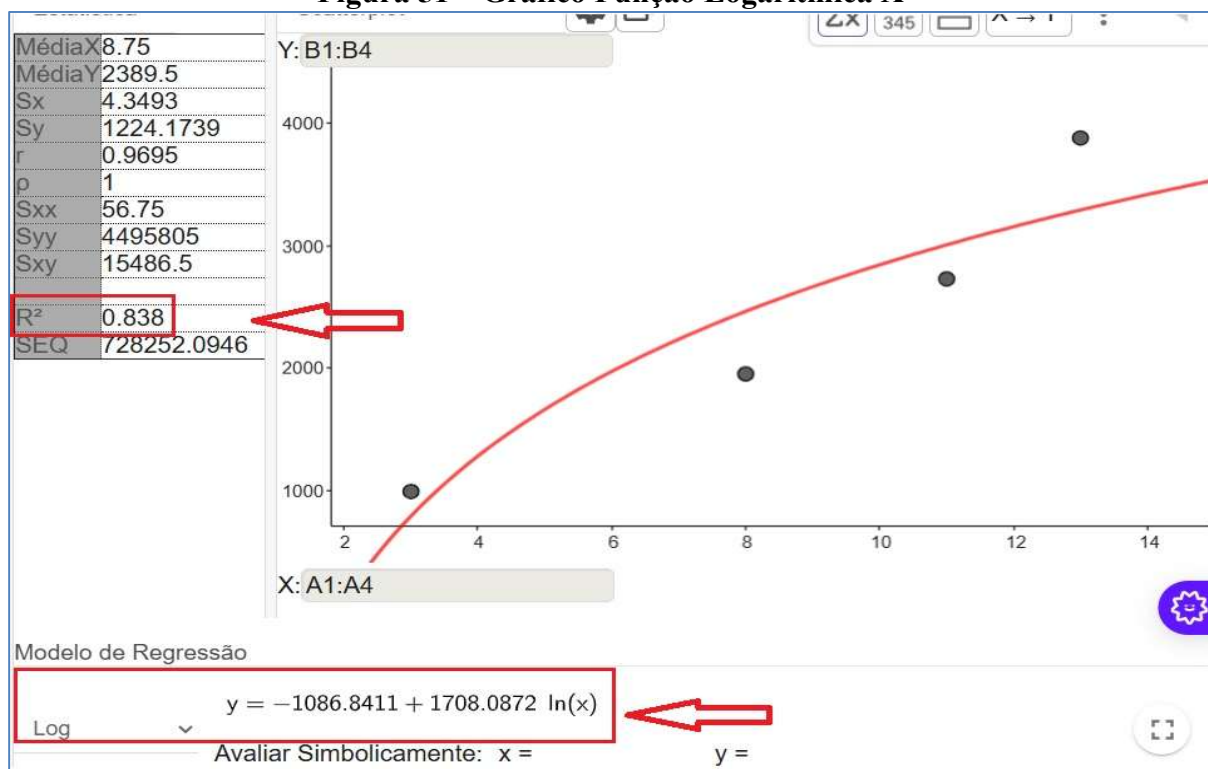
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 50 – Gráfico Função Logarítmica IX**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 51 – Gráfico Função Logarítmica X**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

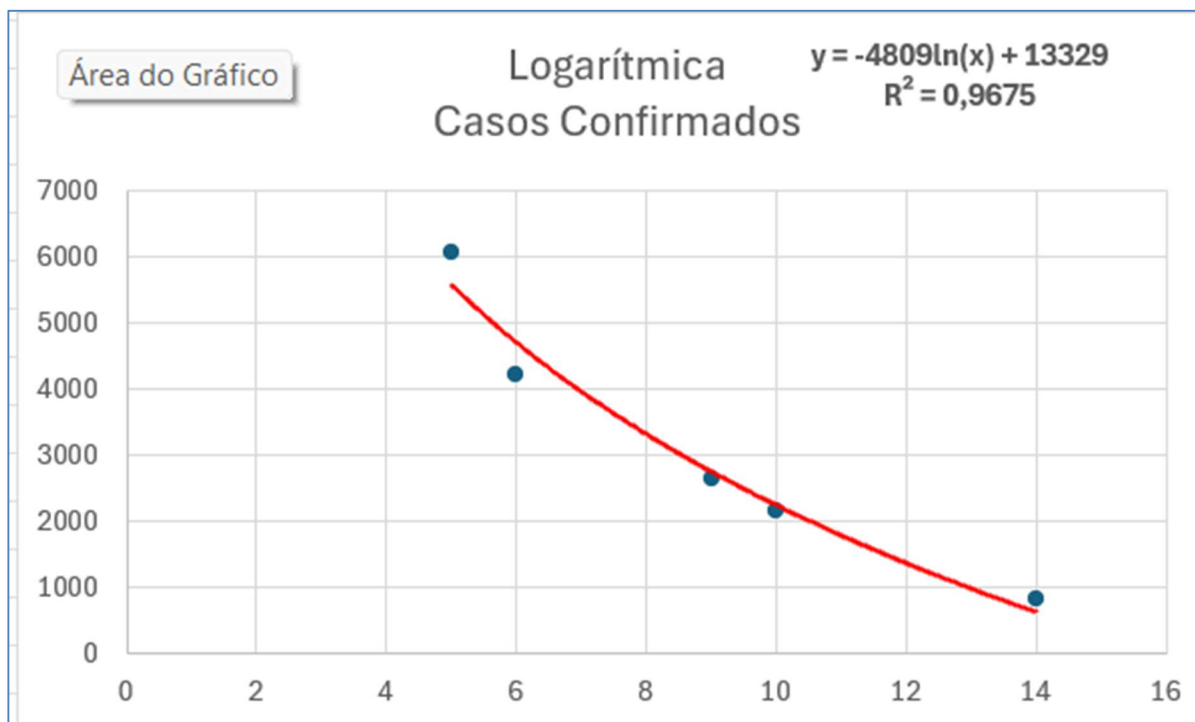
Notamos que o modelo Exponencial é uma associação muito eficiente para o comportamento do número dos casos de dengue em Teresina para os anos observados, onde o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,99$ . Por outro lado, o modelo Logarítmico não é uma associação tão eficiente quanto a primeira, pois o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,83$ .

### 2.7.5 Modelo logarítmico

Na análise do modelo Logarítmico serão usados os dados do número de casos de dengue nos anos de 2011, 2012, 2015, 2016 e 2022. Esses dados foram inseridos nos softwares Excel e GeoGebra, respectivamente, gerando assim os gráficos de dispersão das figuras 52 e 53. Além disso foi feita ao mesmo tempo a análise do modelo logarítmico com esses mesmos dados, gerando os gráficos de dispersão das figuras 54 e 55.

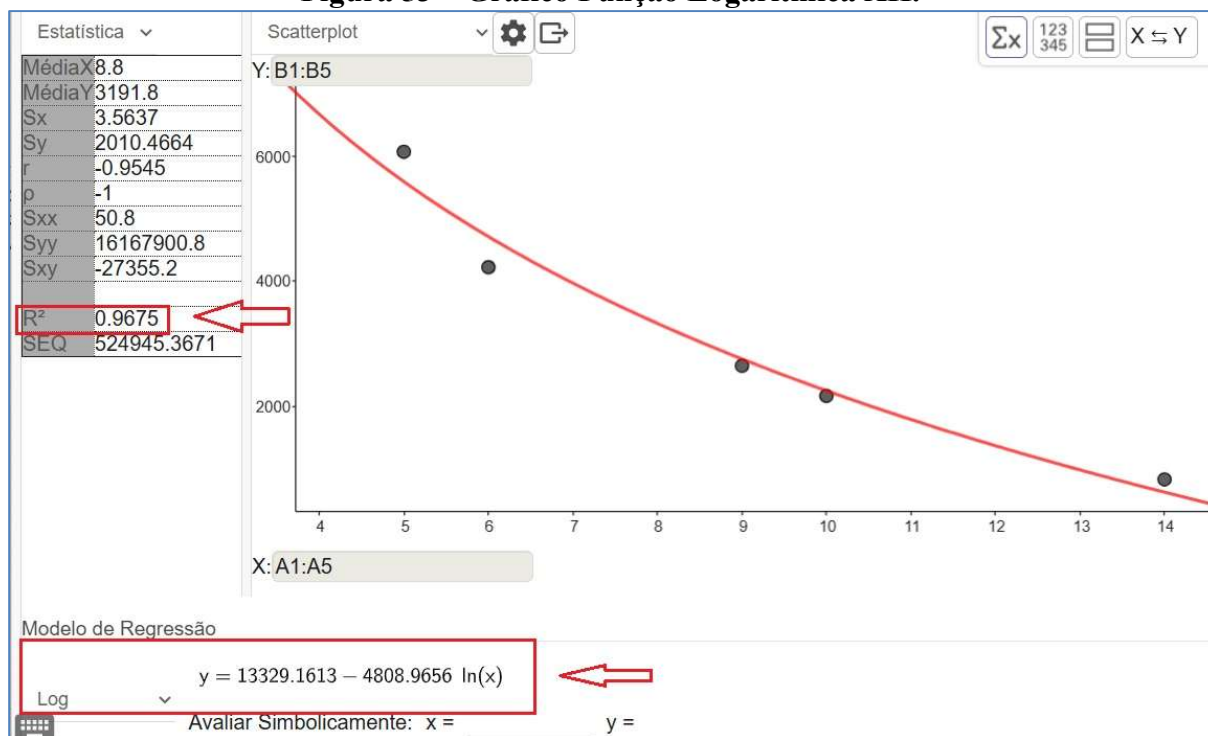


Figura 52 – Gráfico Função Logarítmica XI.



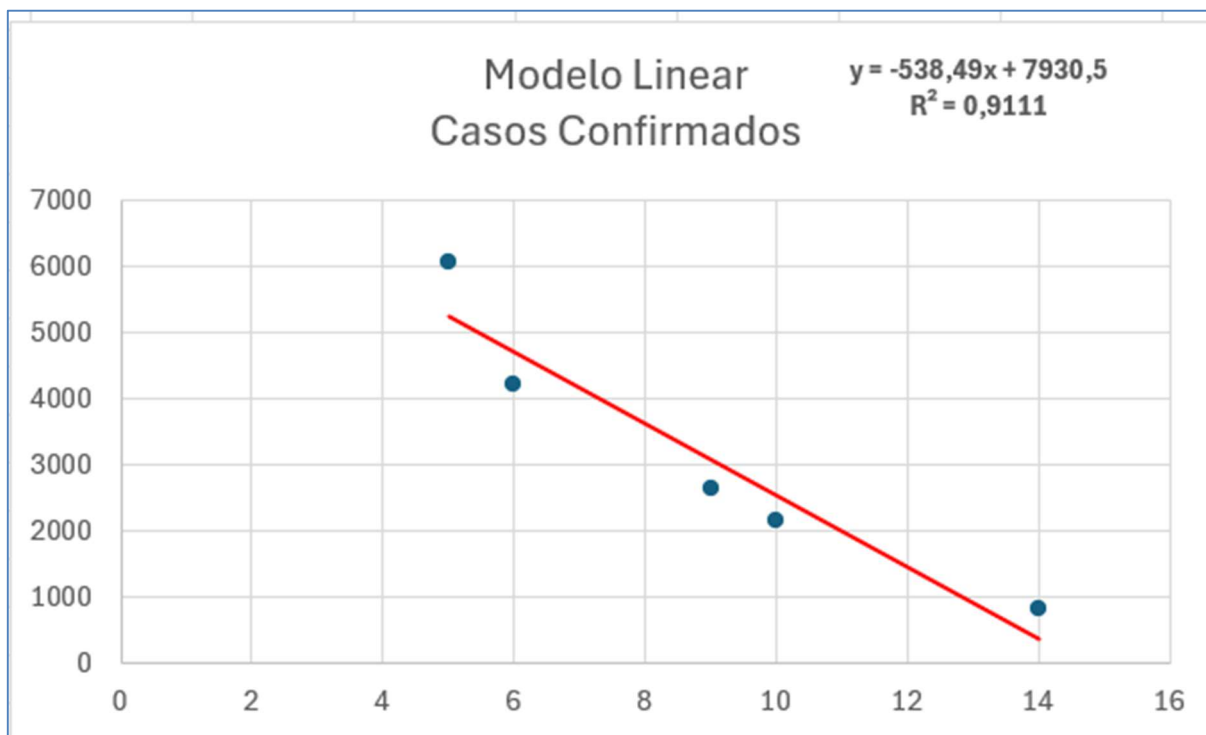
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Figura 53 – Gráfico Função Logarítmica XII.



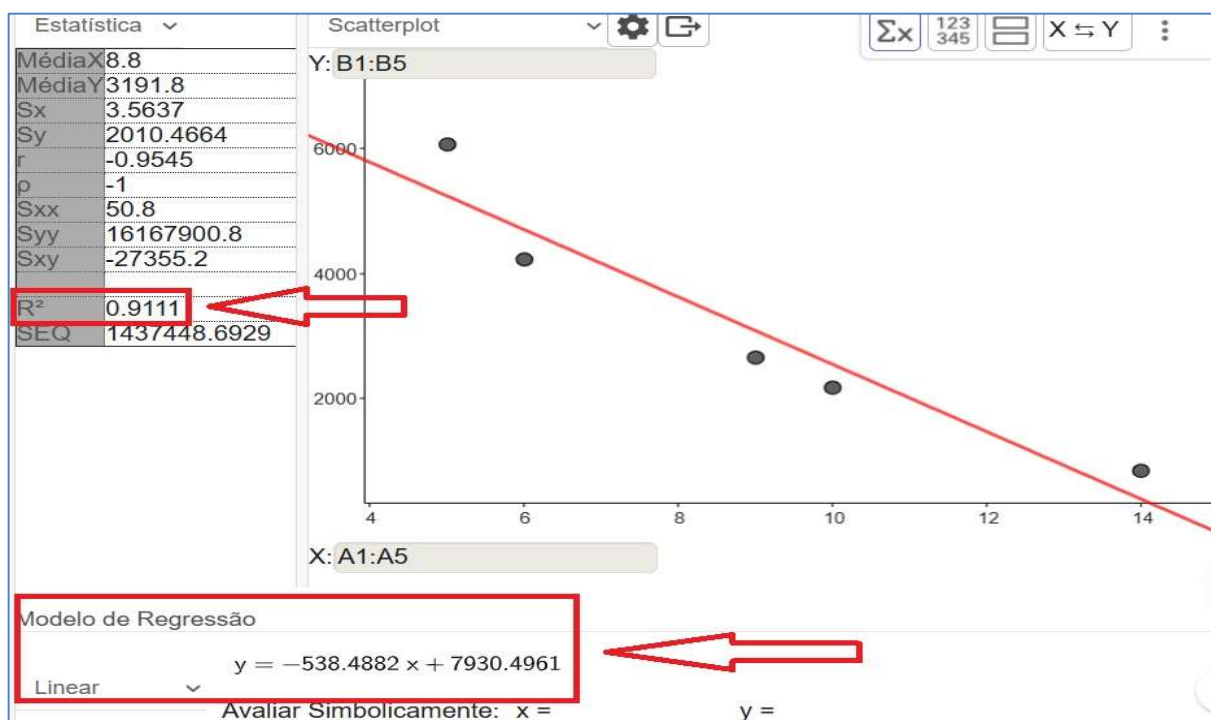
Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 54 – Gráfico Função Afim V.**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

**Figura 55 – Gráfico Função Afim VI**



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Notamos que o modelo Logarítmico é uma associação muito eficiente para o comportamento do número dos casos de dengue em Teresina para os anos observados, onde o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,97$ . Por outro lado, o modelo Linear não é uma associação tão eficiente em comparação com a primeira, pois o coeficiente de determinação vale, aproximadamente,  $R^2=0,91$ .

## 2.8 Produto Educacional

Este tutorial visa proporcionar aos professores uma formação aprofundada no uso dos softwares Excel e GeoGebra, capacitando-os a explorar, organizar e analisar dados reais sobre os casos de dengue no Brasil. A abordagem enfatiza a construção, interpretação e comparação de gráficos de dispersão, funções e tabelas, tornando a análise visual dos dados uma ferramenta essencial para a compreensão dos padrões epidemiológicos da doença e sua representação matemática.

Além de fortalecer o ensino da matemática por meio de recursos tecnológicos inovadores, os vídeos tutoriais promovem a integração interdisciplinar, relacionando conceitos matemáticos com conteúdo de saúde pública e estatística. Assim, ao realizar essa conexão em suas aulas o educador estimula o desenvolvimento de competências essenciais nos alunos, como pensamento crítico, raciocínio lógico, interpretação de dados e capacidade investigativa, além de incentivar o uso da tecnologia como recurso pedagógico aplicado.

O tutorial também oferece estratégias práticas para que os professores possam contextualizar os conteúdos matemáticos de forma significativa, tornando a aprendizagem mais ativa, relevante e conectada à realidade social. Ao aplicar conceitos de funções e gráficos à análise de um problema concreto e contemporâneo como a dengue, os educadores podem despertar o interesse dos estudantes pela pesquisa científica, promovendo o engajamento e a autonomia na construção do conhecimento.

O acesso ao canal com os tutoriais pode ser realizado através do link que segue, garantindo que docentes e alunos tenham uma ferramenta educativa prática, acessível e aplicável, potencializando a qualidade do ensino de matemática e sua articulação com temas sociais de grande relevância.

LINK: <https://youtube.com/@professorantonioribeiro?si=K1M9IrEsgtQNzMVM>

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa evidenciou que o uso do Excel e do GeoGebra no estudo de funções favorece a contextualização do ensino de matemática no ensino médio, permitindo que conteúdos abstratos sejam trabalhados a partir de dados reais, como os casos de dengue em Teresina, Piauí. A análise do comportamento da doença, utilizando ferramentas tecnológicas, mostrou-se eficaz para aproximar os estudantes da realidade social, ampliando a compreensão de fenômenos complexos por meio de representações gráficas claras e acessíveis.

Ao relacionar saúde pública e matemática, a investigação revelou que é possível promover uma aprendizagem mais significativa, estimulando habilidades essenciais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a análise de dados quantitativos. Além disso, os resultados reforçam que a matemática não se limita ao espaço escolar, mas é uma ferramenta útil para compreender fenômenos reais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e capacitados para interpretar informações científicas e sociais.

A proposta pedagógica desenvolvida apresenta-se como uma metodologia viável e aplicável para professores do ensino médio, que podem integrá-la em suas práticas de forma simples e acessível. O trabalho também indica que a utilização do GeoGebra e do Excel pode ser estendida para outros contextos e temas sociais relevantes, como epidemias, questões ambientais ou dados demográficos, reforçando o papel da tecnologia como aliada do ensino contextualizado.

Adicionalmente, esta pesquisa contribui para a reflexão sobre a importância da interdisciplinaridade no ensino de matemática, mostrando que a combinação de conteúdos matemáticos com problemas do mundo real potencializa o engajamento dos alunos e promove a construção de conhecimentos significativos. Espera-se que futuras investigações possam explorar novos cenários, comparar resultados em diferentes regiões e expandir o uso de recursos tecnológicos, consolidando o GeoGebra e o Excel como ferramentas permanentes na formação docente e na melhoria do ensino de matemática.

Em síntese, a análise da dengue em Teresina utilizando ferramentas digitais evidencia que a integração entre tecnologia, dados reais e matemática não apenas facilita o aprendizado, mas também prepara os estudantes para compreender e intervir em questões sociais concretas, fortalecendo a função formativa e crítica da educação.

## REFERÊNCIAS

- ABAR, C. A. A. P; DE ALMEIDA, M.V. *GeoGebra como organizador de recursos tecnológicos para o ensino e aprendizagem da matemática em uma formação de professores*. Ensino da Matemática em Debate, v. 4, n. 2, p. 136-144, 2017.
- ABREU, A. C. *O uso de softwares na aprendizagem da matemática. 2011. Monografia (Curso de Especialização em Informática na Educação)* – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- ARANHA, H. L.; SILVA, V. N.; PEIXOTO, P. P. P. Introdução da citronela no contexto escolar para prevenção da dengue. *Revista SBenbio*, v. 7, n. 7, p. 6102-6109, 2014.
- ASSIS, S. S. de; PIMENTA, D. N; SCHALL, V. T. *A dengue nos livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático*. Ciência & Educação, v. 19, n. 3, p. 633-656, 2013.
- \_\_\_\_\_. Conhecimentos e práticas educativas sobre a dengue: a perspectiva de professores e profissionais de saúde. *Revista Ensaio*, v. 15, n. 1, 2013.
- BARBOSA, F.E.; DE PONTES, M.M.; DE CASTRO, J.B. A utilização da gamificação aliada às tecnologias digitais no ensino da matemática: um panorama de pesquisas brasileiras. *Revista Prática Docente*, v. 5, n. 3, p. 1593-1611, 2020. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/421>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- BASNIAK, M.I; ESTEVAM, E.J.G. *O GeoGebra e a matemática da educação básica: frações, estatística, círculo e circunferência*. Curitiba: Ithala, 2014.
- BATISTA, M. V. A.; CUNHA, M. S.; CÂNDIDO, A. L. *Análise do tema virologia em livros didáticos do ensino médio*. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2010.
- BIANCHINI, D.F; BISOGNIN, C; SOARES, D. da S. *Uma proposta didática para o ensino de estatística: o uso do Excel para representação gráfica*, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324788375>. Acesso em: 14 maio 2025.
- BONJORNO, J. R.; GIOVANNI JÚNIOR, J.R.; SOUSA, P. R. C. de. *Prisma matemática: conjuntos e funções*. São Paulo: FTD, 2020.
- BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. *Informática e educação matemática*. São Paulo: Autêntica, 2001.
- BORRALHO, A. et al. *Os padrões no ensino e aprendizagem da álgebra*. 2007.
- BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília: Presidência da República, 1996.
- \_\_\_\_\_. Comissão de Políticas de Desenvolvimento. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. *Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 28 abr. 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. *Biologia: catálogo do Programa Nacional do Livro para o ensino médio: PNLEM/2009*. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e PCN Ensino Médio*. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/biblioteca-de-apoio/pcn-e-pcn-ensino-medio/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNEM*. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Dengue*. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>. Acesso em: 7 jan. 2025.

CARLINI-COTRIM, B.; ROSEMBERG, F. Os livros didáticos e o ensino para a saúde: o caso das drogas psicotrópicas. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 299-305, 1991.

CAZORLA, I.; SILVA, C.; MONTEIRO, C. *Educação estatística e o ensino de estatística na educação básica*. In: SILVA, Cláudia; MONTEIRO, Cícero (Orgs.). *Educação estatística: teoria e prática no contexto da sala de aula*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

COSTA, F. A. *O potencial transformador das TIC e a formação de professores e educadores*. In: ALMEIDA, M. E. B.; DIAS, P.; SILVA, B. D. (Orgs.). *Cenários de inovação para a educação na sociedade digital*. São Paulo, 2013.

COUTINHO, C. de Q. e C.; ALMOULOU, S. Ag; SILVA, M.J.F da. *O desenvolvimento do letramento estatístico a partir do uso do GeoGebra: um estudo com professores de matemática*. In: BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T. (Orgs.). *Ensinar e aprender matemática: possibilidades para a prática educativa*. Ponta Grossa: UEPG, 2016. p. 275-295. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/dj9m9/pdf/brandt-9788577982158-14.pdf>. Acesso em: 14 agosto 2025.

CRAVIOTO, E. G.; GARCÍA, I. G. *The pest in antiquity: historiographical origins*. *Revista de Historiografia*, v. 18, 2013.

DANTE, L.R. *Matemática: contexto & aplicações*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

DATASUS. *Departamento de Informática do SUS. TABNET – SINAN-NET: Planilha de acompanhamento de surtos / Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN-NET)*. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/denguebpi.def>. Acesso em: 12 ago. 2025.

FERNANDES, A. C. *As grandes pandemias da história da Europa e os seus impactos na nossa civilização: desafios da moderna saúde pública*. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, v. 10, n. 2, p. 19-30, 2021.

FERREIRA, L. D.; PACHECO, M. da S.; LIMA, R. A. *Saberes populares gerando saberes escolares: a citronela como forma alternativa no combate ao mosquito da dengue em uma escola pública de Humaitá – AM*. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEETT/article/view/2522>. Acesso em: 14 jan. 2025.

FERRI, J.; SCHIMIGUEL, J.; CALEJON, L.M.C. Uso do GeoGebra no ensino de Matemática. *Revista Gestão Universitária*, v. 1, p. 631-644, 2013.

FLAMAND, C. *Desafios e implicações atuais para estudos de soroprevalência de dengue, chikungunya e Zika em todo o mundo: uma revisão de escopo*, 2018.

FREIRES, K. C. P.; SILVA, M. C. da; AZEVEDO, L. F. A.; MARREIROS, E. C. do N.; SILVA, P. F. da; FERREIRA, J. R. S.; ABREU, A. de C.; ZACARIAS, A. P. da S.; ARAÚJO, R. A. S. de. Utilização do Lesson Study para integrar temas de saúde pública em lições de matemática: uma abordagem colaborativa. *Caderno Pedagógico*, [S. l.], v. 21, n. 6, p. e5118, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/5118>. Acesso em: 14 jan. 2025.

FRITZELL, C. et al. *Current challenges and implications for dengue, chikungunya and Zika seroprevalence studies worldwide: a scoping review*. PLoS Neglected Tropical Diseases, v. 12, n. 7, p. e0006533, 2018.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Dengue*. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/doenca/dengue>. Acesso em: 7 jan. 2025.

GEOGEBRA. *Gráficos e Regressão no GeoGebra*. Disponível em: <https://www.geogebra.org>. Acesso em: 14 maio 2025.

\_\_\_\_\_. *Guia de Recursos – Regressão e Gráficos*. Disponível em: <https://www.geogebra.org>. Acesso em: 14 maio 2025.

GUBLER, D. J. *Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem*. In: GUBLER, D. J.; KUNO, G. (Eds.). *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. Wallingford: CAB International, 1997.

HEALTH, The Lancet Public. *Will the COVID-19 pandemic threaten the SDGs? The Lancet Public Health*, v. 5, n. 9, p. e460, 2020.

IEZZI, Gelson et al. *Matemática: ciência e aplicações*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

KAIBER, C.T. *A prática da resolução de problemas no estudo de funções reais*. Anais do IV Simpósio de Educación Matemática. Chivilcoy, Argentina, 2002.

KUMAR, S.; POONAM; RATHI, B. *Coronavirus disease COVID-19: a new threat to public health*. Current Topics in Medicinal Chemistry, v. 20, n. 8, p. 599-600, 2020.

LARA, Jorge Tibilietti de. A emergência da dengue como desafio virológico: de doença-fantasma à endemia “de estimação”, 1986-1987. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.29, n.2, abr.-jun. 2022, p.317-336.

LIBÂNEO, J. C. *Adeus Professor, Adeus Professora? Novas exigências educacionais e profissão docente*. 13ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LITTMAN, Robert J. *The plague of Athens: epidemiology and paleopathology*. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine*, v. 76, n. 5, 2009.

LÉVY, P. (1993). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da Informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LOPES, Elizandra Jung Solano. *O uso do Excel como ferramenta no ensino de funções afins*. 2015.

MAIA, A. C. S.; VASCONCELOS, R. A utilização do GeoGebra na educação: uma análise de relatos de experiências. *Revista Prática Docente*, v. 2, n. 4, p. 1–15, 2022. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/download/146/138>. Acesso em: 14 maio 2025.

MAIA, L. E. de O.; VASCONCELOS, F. H. L. O uso das tecnologias digitais, em especial o GeoGebra, para o ensino de geometria: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Prática Docente*, v. 7, n. 1, p. e031, 2022. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/282>. Acesso em: 5 fev. 2025.

MARTIM, E. et al. *Otimização de Processos Químicos Utilizando a Ferramenta Solver do Excel*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA. 2012.

MICROSOFT CORPORATION. *Excel – Adicionar uma linha de tendência*. Disponível em: <https://support.microsoft.com/excel>. Acesso em: 14 maio 2025.

\_\_\_\_\_. *Excel – Criar um gráfico de dispersão*. Disponível em: <https://support.microsoft.com/excel>. Acesso em: 14 maio 2025.

MOGNON, A.; BARROS, M. C. O uso do software GeoGebra no ensino da matemática. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, v. 1, n. 1, p. CCCVIII-CCCXXII, 2012. Acesso em: 17 ago. 2025.

\_\_\_\_\_. O uso do software GeoGebra no ensino da matemática. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, v. 1, n. 1, p. CCCVIII-CCCXXII, 2012. Disponível em: [não informado]. Acesso em: 30 ago. 2025.

MUNHOZ, D. R. *Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra*. 2022. Mestrado Profissionalizante – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.



NAÇÕES UNIDAS. ONU News. *Casos de dengue aumentam drasticamente no mundo, com foco em países das Américas*. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/04/1829896>. Acesso em: 7 jan. 2025.

NOGUEIRA, Cármen Maria Martins. *Liderança, cultura e trabalho colaborativo na escola*. 2013. Tese (Doutorado). Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2013.

OLIVEIRA, E. R. de. *O uso da tecnologia no ensino da matemática: contribuições do software GeoGebra no ensino da função do 1º grau*. 2021. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA-GARCIA, F. et al. *O GeoGebra na experimentação matemática: um levantamento bibliográfico em periódicos indexados na plataforma da CAPES*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, n. 50, p. 221-236, 2021.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS). *Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para suprevención y control*. Washington D.C., 1995. 110 p. (Publicação Científica no 548).

PAPAGRIGORAKIS, M. J. et al. *DNA examination of ancient dental pulp incriminates typhoid fever as a probable cause of the Plague of Athens*. International Journal of Infectious Diseases, v. 10, n. 3, 2006.

PIAGET, J. *As formas elementares da dialética*. Casa do Psicólogo, 1996.

PINHO, K. F. de; CARVALHO, R. A.; DIAS, J. S.; ALMEIDA, W. R. de. *Uma experiência de aplicação do GeoGebra no ensino de função afim: novas abordagens em tempos de pandemia*. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 14, 19 de abril de 2022. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/22/14/uma-experiencia-de-aplicacao-do-geogebra-no-ensino-de-funcao-afim-novas-abordagens-em-tempos-de-pandemia>

PIRET, J.; BOIVIN, G. *Pandemics throughout history*. *Frontiers in Microbiology*, v. 11, 2021.

RÊGO, R. G. *Um estudo sobre a construção do conceito de função*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2000.

RODRIGUES, R. B. *Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação*. Recife: IFPE, 2016.

SANG, D. L. *The First Pandemic in History: The Justinian Plague*. *Crit Rev Hist*, v. 132, 2020.  
SENHORAS, E. M. *Coronavírus e o papel das pandemias na história humana*. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista, v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/184>. Acesso em: 8 jan. 2025.

SILVA, E. H. B. da. *Professor e as novas tecnologias: formação, saberes e prática na educação*. CIET: EnPED, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/262>. Acesso em: 09 abr. 2025.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001. Coleção Perspectivas em Educação Matemática, SBEM, 160 p.

SÓRIA, M. G. de S. *Introdução ao Excel*. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, 2022.

TÉBAR, L. *O perfil do professor mediador: pedagogia da mediação*. São Paulo: Editora Senac, 2023.

TORRES, M. T. *Dengue y dengue hemorrágico*. 1. ed. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, 1998.

TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2017.