

Aline de Almeida Carvalho

**A MATEMÁTICA EM DIÁLOGO COM A  
AGRICULTURA: MODELAGEM DE PRODUÇÃO  
DE MORANGOS SOB A PERSPECTIVA CTS**

Passo Fundo

2025

Aline de Almeida Carvalho

A MATEMÁTICA EM DIÁLOGO COM A  
AGRICULTURA: MODELAGEM DE PRODUÇÃO  
DE MORANGOS SOB A PERSPECTIVA CTS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2025

CIP – Catalogação na Publicação

---

C331m Carvalho, Aline de Almeida

A matemática em diálogo com a agricultura [recurso eletrônico] : modelagem de produção de morangos sob a perspectiva CTS / Aline de Almeida Carvalho. – 2025.

2.64 MB ; PDF.

Orientadora: Dra. Aline Locatelli.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –  
Universidade de Passo Fundo, 2025.

1. Matemática (Ensino médio) - Estudo e ensino.

2. Funções (Matemática). 3. Morango - Cultivo. 4. Produtos químicos

agrícolas. I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.851

---

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Aline de Almeida Carvalho

A Matemática em diálogo com a agricultura: modelagem de  
produção de morangos sob a perspectiva CTS

A banca examinadora abaixo, APROVA em 12 de dezembro de 2025, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Inovações Pedagógicas para o ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Aline Locatelli - Orientadora  
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Rosangela Ferreira Prestes  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, a meus pais José Narcísio Silverio de Carvalho e Irondina Lucia de Almeida Carvalho, o meu esposo Sebastião José Leonaldo que me deu o apoio desde a inscrição até a conclusão do curso, aos meus irmãos: Tarcísio e Marília, por apoiar e respeitar meus propósitos acadêmicos e profissionais. Aos meus professores onde tive a inspiração de poder continuar a estudar a cada aula me sentia um horizonte se abrindo e a minha orientadora Aline Locatelli que me direcionou da melhor forma de pôr em prática o que eu queria estudar e aplicar.

## RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo investigar as contribuições da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), articulada à Modelagem Matemática, para o ensino da função do 2º grau no Ensino Médio. A pesquisa busca responder à seguinte questão: de que maneira a articulação entre o enfoque CTS e a modelagem matemática pode contribuir para o desenvolvimento de uma abordagem crítica e contextualizada da função do 2º grau? O estudo parte da contextualização da produção agrícola, tomando como eixo temático a cultura do morango e os impactos do uso de agrotóxicos. Embora essa cultura não seja típica do cotidiano dos estudantes, reflete a realidade agrícola da região de Rio Verde, em Goiás, marcada pela produção intensiva de grãos e conseqüentemente pelo uso de agrotóxicos. O tema foi adotado como representação das problemáticas ambientais e tecnológicas que compõem o contexto local, aproximando a Matemática das questões sociais e ambientais vivenciadas pelos alunos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica, realizada com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola pública de Rio Verde. A intervenção foi estruturada a partir de uma sequência didática fundamentada nos princípios do enfoque CTS articulado à Modelagem Matemática, abordando a função quadrática em situações-problema relacionadas à produtividade agrícola, ao uso de agrotóxicos e aos impactos socioambientais desses processos. A análise qualitativa dos dados, obtidos por meio de pré e pós-testes, produções escritas e orais, infográficos e diário de bordo da professora pesquisadora, evidenciou que a abordagem CTS integrada à Modelagem Matemática mostrou-se um caminho promissor para promover a compreensão conceitual aliada à análise crítica, estimulando o engajamento dos alunos em discussões sobre sustentabilidade e uso consciente dos recursos naturais. Além disso, a pesquisa reforça que o ensino da Matemática, quando contextualizado em situações reais e socialmente relevantes, fomenta a reflexão sobre o papel dessa ciência na construção da cidadania e na tomada de decisões fundamentadas. O produto educacional vinculado a esta dissertação consiste em uma sequência didática com enfoque CTS, direcionada a professores de Matemática da Educação Básica, especialmente do Ensino Médio. O material que é gratuito e de livre acesso tem como finalidade subsidiar práticas pedagógicas contextualizadas, integrando os conteúdos matemáticos ao debate sobre sustentabilidade, uso de agrotóxicos e impactos ambientais, contribuindo para uma formação científica crítica e comprometida com a realidade social e ambiental dos estudantes. O produto educacional está disponível para download no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UPF e no Portal Educapes no link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1134165>.

**Palavras-chave:** ensino de Matemática; função do 2º grau; enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade, agrotóxicos.

## ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the contributions of the Science-Technology-Society (STS) approach articulated with Mathematical Modeling to the teaching of the quadratic function in High School. The study seeks to answer the following research question: how can the articulation between the STS perspective and mathematical modeling contribute to the development of a critical and contextualized approach to the quadratic function? The research is grounded in the context of agricultural production, using strawberry cultivation and the impacts of pesticide use as its central theme. Although strawberry production is not part of the students' everyday experience, it reflects the agricultural reality of the region of Rio Verde, Goiás, which is characterized by intensive crop production and the consequent use of pesticides. The theme was adopted as a representation of local environmental and technological issues, bringing Mathematics closer to the social and environmental questions experienced by students. This study adopts a qualitative research approach, characterized as a pedagogical intervention, carried out with first-year High School students from a public school in Rio Verde. The intervention was structured through a teaching sequence based on the principles of the STS approach articulated with Mathematical Modeling, addressing the quadratic function through problem situations related to agricultural productivity, pesticide use, and the socio-environmental impacts of these processes. Qualitative data analysis, based on pre- and post-tests, written and oral student productions, infographics, and the researcher's teaching journal, indicated that the integration of the STS approach with Mathematical Modeling represents a promising pathway for promoting conceptual understanding combined with critical analysis, fostering student engagement in discussions on sustainability and the responsible use of natural resources. Furthermore, the study reinforces that Mathematics teaching, when contextualized through real and socially relevant situations, encourages reflection on the role of Mathematics in citizenship education and in informed decision-making. The educational product associated with this dissertation consists of an STS-oriented teaching sequence designed for Mathematics teachers in Basic Education, particularly at the High School level. This free and open-access material aims to support contextualized pedagogical practices that integrate mathematical content with discussions on sustainability, pesticide use, and environmental impacts, contributing to a critical scientific education committed to students' social and environmental realities. The educational product is available for download on the website of the Graduate Program in Science and Mathematics Education at the University of Passo Fundo (UPF) and on the Educapes Portal at the following link: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1134165>.

**Keywords:** Mathematics teaching; quadratic function; Science-Technology-Society approach; pesticides.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos analisados .....	22
Quadro 2 - Organização da sequência didática à luz do enfoque CTS.....	27
Quadro 3 - Competências e habilidades da BNCC envolvidas .....	28
Quadro 4 - Texto: Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos .....	30
Quadro 5 - Texto: Impacto Ambiental dos Agrotóxicos nos Solos e Lençóis Freáticos.....	36
Quadro 6 - Trecho de reportagem sobre o uso de Carbendazim no Brasil.....	38
Quadro 7 - Texto sobre os morangos e o uso de agrotóxicos.....	49
Quadro 8 - Quadro-síntese comparativo dos infográficos à luz do enfoque CTS e da matemática.....	73
Quadro 9 - Análise da questão 1 do pré e do pós-teste.....	74
Quadro 10 - Análise da questão 5 do pré e do pós-teste.....	76
Quadro 11 - Análise da questão 8 do pré e do pós-teste.....	77
Quadro 12 - Análise da questão 10 do pré e pós-teste.....	79

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Exemplo de tabela que os alunos poderão construir .....	32
Tabela 2 - Dados fictícios para análise .....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo metodológico para abordagem CTS de Aikenhead (1994) .....	26
Figura 2 - Gráfico elaborado em base nos dados da Tabela 1 .....	33
Figura 3 - Capa do produto educacional em desenvolvimento no canva .....	40
Figura 4 - Foto do Colégio Estadual Filhinho Portilho .....	46
Figura 5 - Projeção de slides para os estudantes .....	48
Figura 6 - Slide sobre os desafios da produção agrícola sustentável .....	51
Figura 7 - Slide sobre a importância da modelagem matemática na agricultura.....	52
Figura 8 - Slides sobre a agricultura sustentável .....	55
Figura 9 - Estudantes resolvendo atividades .....	56
Figura 10 - Atividade realizada com o software Geogebra .....	59
Figura 11 - Estudantes resolvendo as atividades propostas.....	61
Figura 12 - Resolução das atividades .....	63
Figura 13 - Estudantes realizando a atividade .....	64
Figura 14 - Infográfico 1 produzido pelos estudantes .....	65
Figura 15 - Infográfico 2 produzido pelos estudantes .....	67
Figura 16 - Infográfico 3 produzido pelos estudantes .....	69
Figura 17 - Infográfico 4 produzido pelos estudantes .....	71

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTUDOS RELACIONADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Modelagem Matemática .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>A Modelagem Matemática e o Enfoque CTS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Estudos relacionados .....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Estruturação geral da sequência didática.....</b>	<b>25</b>
<i>3.1.1</i>	<i>Introdução e Problematização (Aula 1).....</i>	<i>29</i>
<i>3.1.2</i>	<i>Contextualização Científica e Tecnológica (Aula 2).....</i>	<i>31</i>
<i>3.1.3</i>	<i>Atividade Investigativa e Modelagem Matemática (Aulas 3 e 4).....</i>	<i>33</i>
<i>3.1.4</i>	<i>Reflexão Sociotécnica e Tomada de Decisão (Aula 5).....</i>	<i>35</i>
<b>3.2</b>	<b>O produto educacional .....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>PESQUISA .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Natureza da pesquisa .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Os instrumentos de produção de dados.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise dos dados produzidos .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>O <i>locus</i> da prática e o público-alvo.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1</b>	<b>Apresentação de um problema .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2</b>	<b>Contextualização científica e tecnológica .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Atividade investigativa e Modelagem Matemática .....</b>	<b>57</b>
<b>5.4</b>	<b>Reflexão sociotécnica e tomada de decisão .....</b>	<b>62</b>
<b>5.5</b>	<b>Análise do pré e pós-teste .....</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>81</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE A – Pré e Pós-Teste.....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE B – Dados Fictícios .....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE C – Atividades.....</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE D – Textos .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE E – Atividades.....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE F – Slides .....</b>	<b>101</b>

<b>APÊNDICE G – Texto.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO A – Autorização da Escola.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Eu<sup>1</sup>, Aline de Almeida Carvalho, sou mestranda no curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo (UPF). Iniciei essa jornada acadêmica no primeiro semestre de 2022, motivada pelo desejo de aprofundar meus conhecimentos e obter os subsídios necessários para aprimorar minha prática docente como professora de Matemática.

Durante o percurso formativo, deparei-me com desafios que evidenciaram lacunas teóricas em minha formação. A partir das leituras recomendadas e das discussões acadêmicas promovidas entre colegas e professores, compreendi a relevância desses saberes para o meu crescimento profissional e para o desenvolvimento de uma visão mais ampla e crítica sobre o ensino da Matemática.

Minha trajetória acadêmica tem sido enriquecedora, proporcionando respostas para antigas dúvidas e suscitando novas reflexões, elementos fundamentais para a evolução contínua da prática docente. Sou graduada e pós-graduada na modalidade Lato Sensu e, ao longo dos meus 41 anos, dediquei 14 anos à docência. Permaneço convicta de que a Educação não é apenas um caminho, mas o caminho capaz de oferecer instrumentos para a resolução de problemas e para a proposição de alternativas que beneficiem a sociedade.

Minha formação inicial deu-se na Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática, seguida por uma especialização em Matemática e Estatística, ambos realizados na Universidade de Rio Verde (UNI-RV). Iniciei a graduação em 2004, concluindo-a em 2008, e finalizei minha especialização entre 2009 e 2010. Atualmente, resido em Rio Verde - GO, onde atuo como docente nos ensinos fundamental e médio.

A escolha pela Matemática decorreu de uma paixão fomentada por professores que despertaram em mim o interesse pelos desafios inerentes a essa ciência. Antes de ingressar na docência, atuei no setor comercial, na área financeira de uma empresa local, durante quatro anos. No entanto, o desejo de lecionar permaneceu latente, concretizando-se em 2009, quando obtive minha primeira experiência como professora por meio da Secretaria Estadual de Educação de Goiás (SEDUC-GO). Desde então, venho trilhando esse caminho, buscando constantemente aprimorar minha atuação pedagógica e contribuir para a formação intelectual e humana dos estudantes.

---

<sup>1</sup> A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, optou-se por, em algumas partes do texto, empregar a primeira pessoa do singular.

Diante dessa trajetória, inicialmente como estudante e, posteriormente, como professora, o ingresso no mestrado fortaleceu minha inquietação em relação à aplicabilidade da Matemática na vida cotidiana dos alunos. Nesse contexto, minha pesquisa concentra-se na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Matemática, com foco na função do 2º grau.

A Matemática, enquanto ciência construída ao longo da história da humanidade, emergiu da necessidade de resolver problemas práticos, como contagens, medições e transações comerciais (Chaquiam, 2017). No Egito Antigo, por exemplo, a Geometria foi utilizada para a construção das pirâmides, enquanto os babilônios desenvolveram a base numérica 60 para medir o tempo.

No contexto contemporâneo, a Matemática continua a desempenhar papel central em diversas áreas do conhecimento, como a Economia, onde é utilizada para cálculos financeiros, análise de tendências e previsões estatísticas. Assim, o ensino de Matemática deve ir além da memorização de fórmulas e procedimentos, permitindo que os alunos compreendam sua aplicabilidade na vida real.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Matemática deve favorecer a formação integral dos estudantes, reconhecendo a Matemática como uma ciência viva e essencial para a solução de problemas científicos, tecnológicos e sociais (Brasil, 2018). Contudo, a dificuldade dos alunos em estabelecer conexões entre os conteúdos matemáticos e sua realidade contribui para a percepção da Matemática como uma disciplina árida e desmotivadora (Carrijo; Santos, 2020).

A abordagem CTS surge como um caminho para a construção de um ensino mais contextualizado, crítico e reflexivo. O trabalho com a Matemática sob essa perspectiva possibilita que os estudantes compreendam sua aplicabilidade para além da sala de aula, relacionando-a a questões sociais e ambientais (Pinheiro; Silveira; Bazo, 2007). A interação entre ciência, tecnologia e sociedade permite que os conteúdos matemáticos sejam trabalhados a partir de problematizações reais, tornando o ensino mais significativo e despertando maior interesse nos alunos.

Diante desse cenário, esta pesquisa busca responder à seguinte questão: De que maneira a articulação entre o enfoque CTS e a modelagem matemática pode trazer para o desenvolvimento de uma abordagem crítica e contextualizada da função do 2º grau?

Nesse sentido, o objetivo geral se direciona a investigar como a abordagem CTS, associada à modelagem matemática, pode potencializar a compreensão e a aplicabilidade da

função do 2º grau no contexto do Ensino Médio, a partir da problemática da produção agrícola de morangos com e sem uso de agrotóxicos.

Mais especificamente, objetiva-se ainda:

- Analisar as contribuições teóricas da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da modelagem matemática para o ensino contextualizado da função do 2º grau.
- Elaborar uma sequência didática que integre o estudo da função quadrática ao contexto da produção orgânica de morangos, fundamentada na perspectiva CTS.
- Aplicar a sequência didática elaborada em uma turma do Ensino Médio, explorando situações-problema relacionadas ao uso de agrotóxicos e à agricultura sustentável.
- Avaliar os efeitos da abordagem proposta no processo de aprendizagem dos estudantes, considerando tanto a compreensão conceitual da função do 2º grau quanto o desenvolvimento de uma postura crítica frente às questões socioambientais.
- Refletir sobre os desafios e as potencialidades da inserção do enfoque CTS no ensino de Matemática, com ênfase na formação cidadã e crítica dos estudantes.
- Desenvolver um produto educacional, consistente em uma sequência didática com enfoque CTS, destinado a professores de Matemática da Educação Básica.

Esta pesquisa possui natureza qualitativa, do tipo intervenção pedagógica, foi desenvolvida com estudantes primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Rio Verde - GO. O produto educacional vinculado a este estudo é uma sequência didática baseada na abordagem CTS, utilizando a produção orgânica de morangos como tema de contextualização para o ensino da função do 2º grau.

Com essa abordagem, espera-se que os estudantes percebam a utilidade da Matemática no cotidiano, superando a visão tradicional e abstrata da disciplina. Assim, busca-se responder à recorrente indagação dos alunos: “Onde utilizarei esse conteúdo na minha vida?”.

De acordo com Carrijo e Santos (2020, p. 150), “a ideia de que a Matemática é difícil decorre do fato de que os alunos não conseguem estabelecer relações entre o que aprenderam e sua realidade, pois diversas práticas tratam do tema de modo abstrato, tornando-o desinteressante”. Portanto, ao inserir problematizações reais no ensino da Matemática, almeja-se promover um aprendizado mais significativo e contextualizado.

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, na qual foram expostos a justificativa do estudo, a pergunta de pesquisa, os

objetivos geral e específicos, bem como uma breve descrição do produto educacional desenvolvido.

O segundo capítulo contempla o referencial teórico, abordando a abordagem, a Modelagem Matemática, a articulação entre Modelagem e Enfoque CTS, além dos estudos relacionados que fundamentam teoricamente a investigação.

O terceiro capítulo descreve o produto educacional, detalhando a sequência didática intitulada “Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau”, sua estrutura, fundamentação e aplicação no contexto escolar. Esse capítulo evidencia o processo de integração entre os saberes matemáticos, científicos e sociais, promovendo o diálogo entre a Matemática e as problemáticas ambientais contemporâneas.

O quarto capítulo apresenta a pesquisa desenvolvida, explicitando a natureza qualitativa e o caráter de intervenção pedagógica do estudo. São descritos os instrumentos de produção e análise dos dados, o *locus* da prática, o público participante e os procedimentos adotados na coleta e sistematização das informações.

O quinto capítulo reúne a análise dos resultados e a discussão, apresentando as evidências de aprendizagem observadas durante a intervenção pedagógica, a mobilização dos saberes conceituais e críticos pelos estudantes e a reflexão sobre as contribuições do enfoque CTS articulado à Modelagem Matemática para o ensino da função do 2º grau.

Por fim, são apresentadas as considerações finais, nas quais se destacam as principais contribuições da pesquisa, as potencialidades e desafios identificados, bem como as perspectivas futuras de investigação na área do ensino de Matemática sob a perspectiva CTS.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTUDOS RELACIONADOS

O presente capítulo traz a fundamentação teórica que sustenta esta pesquisa, abordagem CTS no ensino de Matemática, a modelagem matemática como metodologia didática e como eixo articulador no contexto escolar. Além disso, apresenta estudos relacionados que contribuem para o embasamento e a construção da proposta investigativa.

### 2.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

O ensino de Matemática na educação básica tem sido historicamente ministrado de forma descontextualizada, levando os alunos a não perceberem conexões entre os conteúdos estudados e seu cotidiano. Esse distanciamento frequentemente resulta em desmotivação e na percepção equivocada de que o conhecimento matemático não possui aplicabilidade na vida prática. Como aponta Soares (2021) e Amorim (2023, p. 14), ao concluir o ensino médio, espera-se que os alunos tenham consolidado os conhecimentos necessários para sua formação cidadã e profissional, o que, no entanto, não se concretiza de forma plena. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) revela que muitos estudantes não desenvolvem as competências essenciais em Matemática e Língua Portuguesa para ingressar no mercado de trabalho ou no ensino superior.

A esse respeito, Silva (2012) destaca que o ensino de Matemática tem sido um dos mais distantes de seus significados reais e objetivos na Educação Básica. Esse fenômeno ocorre devido à forma como a disciplina tem sido tradicionalmente trabalhada, muitas vezes isolada de conexões com o cotidiano dos alunos e com pouca interação com aspectos sociais, culturais e tecnológicos (Amorim, 2023, p. 15). Como consequência, a Matemática se torna uma disciplina percebida como abstrata, sem relevância prática, dificultando o envolvimento e a aprendizagem dos estudantes.

Diante desse cenário, autores como Carmo (2010) apontam que experiências negativas em sala de aula podem gerar aversão à Matemática e expectativas negativas em relação à disciplina. Esse desafio evidencia a necessidade de uma abordagem pedagógica mais integrativa e significativa. Sob uma perspectiva construtivista, a aprendizagem ocorre quando o estudante pode ser capaz de elaborar representações pessoais sobre os conteúdos que pretende aprender, conforme discutem Moreira (2009) e Brum e Schuhmacher (2012).

A abordagem CTS surge como uma alternativa para superar as limitações do ensino tradicional da Matemática, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e socialmente

relevante. A abordagem CTS busca compreender os mecanismos que conectam ciência, tecnologia e sociedade, enfatizando a necessidade de uma alfabetização científica, tecnológica e social voltada para o bem-estar coletivo. Santos e Schnetzler (1997) destacam que alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é uma necessidade do mundo contemporâneo.

Nesse sentido, a Matemática deve estar inserida em um contexto mais amplo, dialogando com problemáticas reais que afetam diretamente a sociedade. Dagnino, Thomas e Davyt (1996) argumentam que ciência e tecnologia são elementos inerentes à sociedade e, portanto, não podem ser tratados como fenômenos isolados. A questão central passa a ser como a ciência e a tecnologia podem contribuir para melhorias sociais e ambientais.

De acordo com Guazelli *et al.* (2009, p. 11), a abordagem CTS propõe uma alfabetização científica ampla, permitindo que os estudantes compreendam não apenas conceitos matemáticos, mas também suas implicações sociais e tecnológicas. A adoção dessa abordagem na educação matemática permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais crítica e reflexiva sobre a função social da disciplina.

O desenvolvimento da abordagem CTS ocorreu de maneira distinta ao redor do mundo, com ênfases diferentes na Europa, nos Estados Unidos e na América Latina. Inicialmente, predominavam trabalhos teóricos, mas, posteriormente, o foco passou a incluir a regulação social da ciência e da tecnologia (Bock; Albuquerque; Chrispino, 2016). Esse modelo crítico questiona o avanço tecnológico baseado exclusivamente no lucro, ignorando impactos sociais e ambientais.

A crítica à visão ingênua do desenvolvimento científico-tecnológico pode ser observada em diversos eventos históricos, como o acidente nuclear de Chernobyl em 1986, o desastre do Césio-137 em Goiânia (1987) e o rompimento da barragem de Brumadinho (2019), que resultou no maior acidente de trabalho da história do Brasil (Oliveira; Rohlf; Garcia, 2019). Essas tragédias ilustram os riscos de um desenvolvimento tecnológico não controlado, que desconsidera suas consequências sociais e ambientais (Cerezo, 2009).

Dessa forma, a abordagem CTS propõe uma reflexão crítica sobre a relação entre ciência e sociedade. Conforme apontam Silveira e Bazzo (2006), o movimento CTS emergiu na comunidade acadêmica nas décadas de 1960 e 1970 como uma resposta ao desenvolvimento científico-tecnológico sem controle social. O objetivo era questionar a visão essencialista da ciência e incentivar um olhar interdisciplinar sobre o conhecimento, promovendo uma educação mais crítica e cidadã.

No campo educacional, a abordagem CTS pode ser aplicada de diferentes formas, conforme a classificação de Luján López (1996): 1. *Ciência e tecnologia por meio de CTS* –

apresentação do conteúdo científico a partir da perspectiva CTS, seja dentro de uma única disciplina ou de forma interdisciplinar; 2. *CTS puro* – ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade como um eixo central, subordinando o conteúdo científico às discussões sociotécnicas; e 3. *Enxerto CTS* – introdução de temas CTS nos conteúdos escolares, promovendo reflexões sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Nesse contexto, a modalidade de enxerto CTS tem se mostrado uma alternativa viável no ensino de Matemática, pois permite inserir discussões sobre ciência e tecnologia sem a necessidade de reformulação curricular. Amorim *et al.* (2022) analisaram dissertações de mestrado e produtos educacionais voltados ao ensino de Matemática sob a perspectiva CTS e verificaram que a maioria dos estudos se enquadram na modalidade de enxerto CTS, sendo esta uma forma de complementar os conteúdos já estabelecidos no currículo. Segundo os autores, essa abordagem possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes ao relacionar os conteúdos matemáticos com questões sociotécnicas relevantes, promovendo reflexões sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade.

No contexto da educação matemática, a adoção dessas abordagens pode contribuir significativamente para a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos. Como argumenta Santos (2007), não basta relacionar o conhecimento científico ao cotidiano por meio de exemplos isolados ao final das aulas. É necessário partir de problematizações reais para desenvolver um conhecimento significativo, permitindo que os estudantes compreendam sua realidade e sejam capazes de transformá-la.

Em suma, o ensino de Matemática não deve ser uma prática isolada, mas um processo que dialoga com questões sociais e científicas. Dessa forma, é possível garantir que os conhecimentos matemáticos sejam compreendidos não apenas como ferramentas para resolver exercícios acadêmicos, mas como instrumentos para a leitura e transformação do mundo.

## **2.2 Modelagem Matemática**

Matemática é uma ciência presente em diversas atividades humanas e está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento da sociedade. No entanto, não é incomum que professores da disciplina, em diferentes níveis de ensino, se deparem com a recorrente pergunta dos estudantes: “Onde vou usar isso?”. Essa dúvida, frequentemente levantada por alunos da educação básica, reflete um ensino que, muitas vezes, não estabelece conexões com o cotidiano dos estudantes.

Conforme Haidt (2011, p. 55), “para que haja uma aprendizagem efetiva e duradoura, é preciso que existam propósitos definidos e autoatividade reflexiva dos alunos”. Dessa forma, a aprendizagem da Matemática torna-se mais significativa quando há um propósito claro e quando os estudantes conseguem perceber sua aplicabilidade. Nesse sentido, a modelagem matemática surge como uma metodologia capaz de estabelecer essa conexão entre os conceitos matemáticos e a realidade dos estudantes.

A modelagem matemática é amplamente discutida na literatura da Educação Matemática e é definida como um processo no qual um problema do mundo real é traduzido para uma linguagem matemática, permitindo sua análise e a obtenção de respostas. Bassanezi (2010, p. 24) define a modelagem como “a arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual”. Biembengut e Hein (2011, p. 12) complementam essa definição ao afirmar que “Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo” e é proveniente de aproximações da realidade para se entender mais e/ou melhor determinado fenômeno.

Segundo Burak (2010), a modelagem matemática permite que os estudantes se tornem ativos no processo de aprendizagem, desenvolvendo autonomia e pensamento crítico. O envolvimento dos alunos em situações reais propicia um aprendizado mais contextualizado e significativo, possibilitando a aplicação da Matemática em diferentes áreas do conhecimento. Para Rosa e Oray (2012, p. 263-264) a modelagem matemática:

[...] pode ser entendida como um ambiente de aprendizagem, que tem como objetivo facilitar a investigação de uma situação-problema através da elaboração de atividades pedagógicas contextualizadas, que auxiliem os alunos na conversão e na utilização dos conhecimentos matemáticos tácito e explícito para a resolução de situações-problema que são propostas nesse ambiente.

A modelagem matemática segue um processo estruturado, composto por etapas que auxiliam na sua implementação. De acordo com Biembengut (2016), essas etapas incluem: 1. Percepção e Apreensão – Identificação da situação-problema e familiarização com o contexto a ser modelado; 2. Compreensão e Explicitação – Formulação do problema matemático e desenvolvimento do modelo correspondente; 3. Significação e Expressão – Validação do modelo matemático, verificando se ele descreve adequadamente a situação-problema e permite a tomada de decisões. Se o modelo não atender aos critérios estabelecidos, é necessário revisá-lo e ajustá-lo, retornando às etapas anteriores para refinamento.

Biembengut e Hein (2011) destacam que a modelagem matemática permite que o estudante compreenda um fenômeno por meio da Matemática, favorecendo o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas.

A conexão entre a Matemática escolar e as demais áreas do conhecimento destaca a relevância da modelagem matemática na educação. Conforme aponta Barbosa (2001), a modelagem contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a interpretação de fenômenos do mundo real, tornando o ensino mais dinâmico e contextualizado. Além disso, Barbosa (2001) destaca que a modelagem matemática favorece a interdisciplinaridade, permitindo que os alunos estabeleçam relações entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, ao investigarem problemáticas reais que exigem a integração de diferentes saberes.

D'Ambrosio (1996) enfatiza que a modelagem matemática é uma ferramenta fundamental para tornar a Matemática mais acessível e significativa para os estudantes. Segundo o autor, ao relacionar os conteúdos matemáticos com questões do cotidiano, a modelagem favorece um aprendizado mais intuitivo e engajador. Para Bassanezi (2010), a modelagem é essencial para que os estudantes compreendam a aplicabilidade da Matemática e desenvolvam a capacidade de interpretar e solucionar problemas complexos.

Em síntese, a modelagem matemática representa uma abordagem exemplificada para superar a tradicional fragmentação do ensino da Matemática, tornando-o mais relevante e aplicável à realidade dos estudantes. Seu uso nas práticas pedagógicas contribui para a construção de conhecimentos mais sólidos, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades analíticas e solucionem problemas de forma crítica e criativa.

### **2.3 A Modelagem Matemática e o Enfoque CTS**

Nos últimos anos houve mudanças significativas na forma como a Matemática é ensinada e aprendida. Busca-se agora métodos que tragam mais contexto e relevância para o processo educacional matemático. Dentro desse contexto surge a perspectiva CTS, que propõe uma ligação entre os conceitos matemáticos e situações do mundo real. Isso permite que os alunos desenvolvam um pensamento crítico sobre como a Matemática pode ser aplicada em diferentes cenários. Quando se incorpora o uso da modelagem matemática nessa abordagem educacional específica ganha-se uma dinâmica adicional ao processo de aprendizado dos estudantes; eles são incentivados a desenvolver modelos matemáticos com base em eventos observáveis enquanto analisam ativamente os dados de maneira investigativa.

Segundo Restrepo (2010), a abordagem CTS visa estimular uma formação reflexiva e crítica que ajude os alunos a entenderem como a ciência e a tecnologia impactam a sociedade. A modelagem matemática é fundamental nesse contexto porque permite aos estudantes representarem problemas do mundo real de forma matemática e discutirem possíveis soluções para eles. Biembengut e Hein (2011) destacam que a modelagem matemática possibilita a formulação de hipóteses e a análise de fenômenos, favorecendo a aprendizagem ativa e investigativa. Nesse sentido, Silveira, Caldeira e Wagner (2019) afirmam que o enfoque CTS, aliado à modelagem matemática, pode auxiliar na compreensão da não neutralidade dos modelos matemáticos e no entendimento dos poderes decisórios na modelagem.

A relação entre CTS e modelagem matemática no ensino pode ser exemplificada pela aplicação de problemas do cotidiano que demandam interpretação e formalização matemática. Para Barbosa (2001), a modelagem matemática vai além de uma simples ferramenta didática, configurando-se como um processo de investigação que permite que os alunos compreendam como a Matemática se manifesta no mundo ao seu redor. Essa perspectiva está alinhada com os princípios da abordagem CTS, que defende um ensino voltado para a resolução de problemas sociais e tecnológicos, estimulando a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. Além disso, Araújo (2009) destaca que a modelagem matemática incentiva o trabalho coletivo, o debate e o respeito às ideias alheias, promovendo a democracia na sala de aula.

Além disso, o uso da modelagem matemática sob o enfoque CTS possibilita uma aprendizagem interdisciplinar. Conforme Bassanezi (2010), essa abordagem permite que os alunos transitem por diversas áreas do conhecimento e entendam como Matemática se relaciona com outras disciplinas. Essa habilidade é fundamental para uma educação que visa formar indivíduos que podem ser capazes de analisar criticamente as informações que recebem, especialmente diante do atual cenário em que o progresso tecnológico e as questões ambientais demandam uma análise crítica e embasada.

Um exemplo prático da aplicação do enfoque CTS com modelagem matemática no ensino de Matemática pode ser encontrado na produção orgânica de morangos e a função do 2º grau. Ao modelar a produção de morangos em um canteiro, os alunos podem estudar como a função quadrática descreve o crescimento das plantas ao longo do tempo ou a variação na produtividade em função da quantidade de insumos utilizados. Por exemplo, se considerarmos a relação entre o número de morangueiros plantados e a área máxima de cultivo disponível, podemos modelar a situação utilizando uma função quadrática para otimizar a disposição dos canteiros e maximizar a produção. Como Araújo (2009) sugere, essa abordagem permite que

os estudantes compreendam o papel da Matemática na sociedade e sua relação com outras áreas do conhecimento.

Outra questão importante consiste na análise da viabilidade financeira da produção orgânica de morangos, uma vez que o lucro pode ser representado por uma equação quadrática. Os estudantes podem investigar qual a quantidade ideal de morangos a ser cultivada para maximizar os lucros ao considerar os custos fixos e variáveis envolvidos na produção. A implementação de modelos matemáticos nesse cenário possibilita aos alunos entender o impacto da diversidade de fatores econômicos e ambientais na prática da agricultura sustentável; tornando assim a Matemática uma ferramenta fundamental para embasar decisões criteriosas.

No entanto, a implementação da modelagem matemática sob o enfoque CTS também enfrenta desafios. Como destaca Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), fatores como a fragmentação das disciplinas, a rigidez curricular e a falta de formação dos professores podem dificultar a adoção dessa abordagem. Apesar dessas dificuldades Silveira, Caldeira e Wagner (2019) ressaltam que a modelagem matemática pode contribuir significativamente para a construção do pensamento crítico e para a percepção da Matemática como um instrumento de análise social.

Diante do exposto, fica claro que a combinação do enfoque CTS com a modelagem matemática no ensino de Matemática configura uma proposta pedagógica inovadora e socialmente relevante para a construção do conhecimento. Essa metodologia não somente amplia a compreensão dos temas matemáticos como também incentiva a reflexão crítica sobre a aplicabilidade da Matemática na sociedade. Dessa forma, ao promover um aprendizado mais significativo e interdisciplinarmente contextualizado, o enfoque CTS em conjunto com a modelagem Matemática contribui para a formação de estudantes mais preparados para lidar com os desafios do mundo atual.

## **2.4 Estudos relacionados**

Com o propósito de mapear e analisar pesquisas relacionadas ao Ensino de Matemática dentro do enfoque CTS e sua relação com a função de 2º grau, foi realizada uma busca no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A prioridade foi dada a dissertações e produtos educacionais vinculados a programas de mestrado profissional.

A pesquisa utilizou os termos “Ensino de Matemática e enfoque CTS” e “Ensino de Matemática e função de 2º Grau”, abrangendo o período entre 2012 e 2024. Como resultado, identificaram-se dez trabalhos relevantes, listados no Quadro 1. A seguir, apresentam-se as análises desses estudos, destacando seus objetivos e contribuições.

Quadro 1 - Trabalhos analisados

<b>Autor (Ano)</b>	<b>Título</b>
Silva (2012)	Abordagem CTS e Ensino de Matemática Crítica: Um olhar sobre a formação inicial dos Futuros Docentes.
Ferreira (2012)	As Contribuições de temas socioambientais para a aprendizagem de Matemática, sob o enfoque CTS, Educação Matemática Crítica e Educação Ambiental.
Dantas (2013)	As Aplicações das funções de Primeiro Grau e Segundo Grau na Cinemática.
Prado (2014)	Um novo olhar sobre o ensino de equação e função do segundo grau.
Silva (2018)	Ensino de Matemática na Perspectiva CTS: Contribuições para o Ensino Médio.
Passos (2020)	Interdisciplinaridade, Estudo Didático para a Aprendizagem de Função do Segundo Grau no Ensino Médio.
Amorim (2023)	O enfoque CTS no ensino de Matemática: as contribuições de um curso de formação de professores.
Balbinot (2023)	O ensino de função polinomial do 1º grau por meio do enfoque CTS e a contribuição interdisciplinar das Ciências..

Fonte: Autora (2024).

Os estudos analisados apresentam abordagens variadas sobre a aplicação do enfoque CTS no ensino de Matemática, especialmente em relação à formação docente e ao ensino da função do 2º grau.

Silva (2012) investigou os impactos da inclusão do enfoque CTS aliado à Matemática Crítica na formação inicial de professores. A pesquisa qualitativa, conduzida na Universidade Estadual da Paraíba, utilizou questionários e a elaboração de sequências didáticas no formato CTS. Os resultados demonstraram que essa abordagem favorece um ensino mais reflexivo e crítico.

Ferreira (2012) explorou a contribuição de temas socioambientais para a aprendizagem matemática, relacionando CTS, Educação Matemática Crítica e Educação Ambiental. A pesquisa, realizada com alunos do ensino fundamental de uma escola municipal do Rio de Janeiro, aplicou atividades contextualizadas para estimular a reflexão sobre questões ambientais, demonstrando um aumento no engajamento e na compreensão dos alunos.

Dantas (2013) examinou como a interdisciplinaridade pode contribuir para o ensino de funções matemáticas no contexto da cinemática. A pesquisa bibliográfica resultou na elaboração de uma sequência didática que demonstrou a importância da contextualização para uma aprendizagem mais significativa.

Prado (2014) analisou como novas metodologias de ensino da Matemática podem promover uma aprendizagem mais significativa. A pesquisa, realizada com estudantes do 9º ano, envolveu o uso de teatro, tecnologia e atividades interdisciplinares. O estudo demonstrou que estratégias didáticas inovadoras podem aumentar o interesse dos alunos pelo conteúdo matemático.

Silva (2018) investigou a interdisciplinaridade no ensino da Matemática, aplicando um estudo qualitativo em turmas do ensino médio. O autor constatou que a abordagem CTS pode ajudar a superar dificuldades conceituais e estimular uma aprendizagem mais significativa.

Passos (2020) avaliou a integração da função do 2º grau com outras disciplinas, como Química e Física. A pesquisa foi aplicada em uma escola de Manaus e envolveu entrevistas com professores e aplicação de questionários a alunos. Os resultados indicaram que o ensino interdisciplinar pode tornar os conceitos matemáticos mais compreensíveis e envolventes.

Amorim (2023) aplicou um curso sobre o ensino da Matemática por meio do enfoque CTS em uma escola de Rondônia. A pesquisa, de caráter qualitativo, utilizou questionários e diários de bordo para avaliar o impacto do curso na prática docente. O estudo revelou que os professores reconhecem o potencial da abordagem CTS, mas indicaram a necessidade de formação continuada para sua implementação eficaz.

Balbinot (2023) investigou o impacto do enfoque CTS no ensino de função polinomial do 1º grau, explorando a interdisciplinaridade com as Ciências. A pesquisa foi desenvolvida com alunos do ensino fundamental e demonstrou que o uso de atividades contextualizadas pode aumentar a motivação e o desempenho dos estudantes.

Os estudos analisados evidenciam que a aplicação do enfoque CTS no ensino de Matemática contribui para um aprendizado mais contextualizado e significativo. A relação entre Matemática e questões sociais, ambientais e tecnológicas possibilita uma aprendizagem mais crítica, alinhada às demandas contemporâneas da sociedade.

A utilização de sequências didáticas baseadas no enfoque CTS se mostra uma estratégia eficaz para engajar os estudantes e tornar os conceitos matemáticos mais acessíveis. Além disso, os trabalhos revisados indicam que a interdisciplinaridade é um elemento essencial para enriquecer o ensino de funções do 2º grau, favorecendo a alfabetização científica e o pensamento crítico dos alunos.

No entanto, os desafios da implementação do enfoque CTS ainda persistem, especialmente no que se refere à formação docente e à adaptação dos currículos escolares.

Dessa forma, faz-se necessário um investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento de materiais didáticos que auxiliem os professores na inserção dessa abordagem em suas práticas pedagógicas.

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que o enfoque CTS no ensino de Matemática não apenas fortalece a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também promove uma educação mais reflexiva e conectada à realidade dos estudantes, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea.

### 3 PRODUTO EDUCACIONAL

Nesta seção apresenta-se o percurso de desenvolvimento do produto educacional, que consiste em uma sequência didática fundamentada na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), articulada à Modelagem Matemática. São descritas as etapas de elaboração das atividades, com ênfase na integração entre o conhecimento matemático, os princípios da modelagem e o contexto da produção do morango, evidenciando como situações reais podem ser transformadas em problemas matemáticos. Dessa forma, expõem-se as possibilidades de articulação entre saberes científicos, empíricos e escolares, favorecendo uma aprendizagem contextualizada e significativa.

#### 3.1 Estruturação geral da sequência didática

Com base na proposta do enfoque CTS, a esta dissertação está vinculada uma sequência didática com o tema “Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau”, direcionada a estudantes do 1º ano do Ensino Médio. A proposta didática busca contribuir para uma formação que articule saberes matemáticos à realidade social, ambiental e tecnológica dos estudantes, por meio da temática em questão.

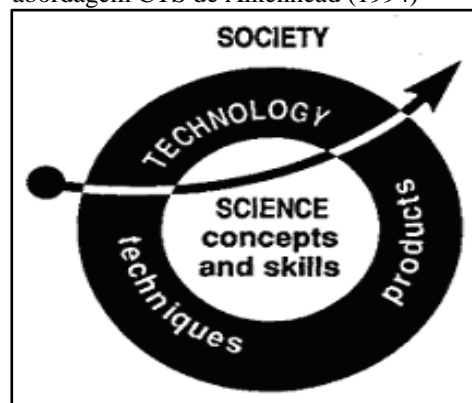
Para a sistematização da sequência didática com enfoque CTS, adotou-se como base o modelo metodológico proposto por Aikenhead (1994), ilustrado na Figura 1 a seguir, conforme apresentado por Silva e Marcondes (2010, p. 104). Nesse modelo, as questões sociais constituem o ponto de partida do processo educativo, situadas no contexto da sociedade (Society) e o modelo de Biembengut e Hein (2000, p.13) sugerem que no desenvolvimento do conteúdo programático o professor siga as mesmas etapas e sub-etapas do processo de modelagem, isto é:

- Interação – reconhecimento da situação-problema e familiarização;
- Matematização – formulação e resolução do problema;
- Modelo Matemático – interpretação e validação; acrescentando ao processo, na etapa de matematização, o desenvolvimento do conteúdo matemático necessário para a formulação e resolução e a apresentação de exemplos e exercícios análogos para aprimorar o entendimento dos conceitos pelo aluno.

A partir delas, o estudante é conduzido à compreensão dos conhecimentos tecnológicos, expressos pelos produtos e técnicas (Technology, techniques e products), e, em seguida, aos conceitos e habilidades científicas (Science, concepts and skills) que fundamentam tais

tecnologias. O importante nesse processo de aprendizagem é que a Educação a partir das ações propostas pelo professor, devem ser claras e convincentes para que os estudantes passem a exercerem protagonismo em na construção do conhecimento, percebendo e apontando as conexões entre os saberes estruturados pela matemática e suas inteirações com o cotidiano social e econômico.

Figura 1 - Modelo metodológico para abordagem CTS de Aikenhead (1994)



Fonte: Silva; Marcondes (2010, p. 104).

Depois de explorados os conhecimentos científicos relacionados ao tema, o processo retorna ao campo da tecnologia, permitindo reinterpretar suas aplicações e implicações sociais. Ao final, o ciclo se completa com o retorno à questão social inicial, agora analisada de forma crítica e fundamentada. Assim, conforme enfatizam Silva e Marcondes (2010), o modelo evidencia um movimento contínuo e articulado entre ciência, tecnologia e sociedade, no qual o conhecimento científico é construído em função dos problemas e demandas sociais e tecnológicas.

A temática dos morangos orgânicos foi escolhida por sua pertinência nas discussões contemporâneas sobre o uso de agrotóxicos, a sustentabilidade e a saúde humana. Ao mesmo tempo, essa situação permite explorar conceitos matemáticos essenciais, como a função quadrática, seus gráficos,  $x'$  e  $x''$ , crescimento e decrescimento, intervalos, coeficiente: a, b e c, identificando o termo c que passa no eixo y, o termo a quando  $>$  que 0 a concavidade para cima ou para baixo, ponto de máximo (vértice) e resolução de equações do 2º grau.

A sequência didática foi elaborada para ser desenvolvida ao longo de 5 aulas de 50 minutos cada, contemplando atividades nas quais os alunos serão incentivados a refletir sobre os impactos do uso de agrotóxicos, a viabilidade da produção orgânica e como a Matemática pode ser utilizada para modelar situações reais, como a organização de um canteiro de morangos visando a otimização da produção.

A sequência didática busca, portanto, integrar a aprendizagem matemática com o desenvolvimento do pensamento crítico, da consciência ambiental e da capacidade dos alunos em tomar decisões fundamentadas sobre questões científicas e tecnológicas que atravessam seu cotidiano.

A seguir, no Quadro 2 apresenta-se um quadro resumo da sequência didática elaborada com base na temática “Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau”. A proposta didática tem como foco o ensino de Matemática no 1º ano do Ensino Médio, articulando a modelagem matemática por meio da função do 2º grau com o enfoque CTS, a partir de uma problemática real: o uso de agrotóxicos no cultivo de morangos e seus impactos socioambientais.

A sequência didática foi organizada em cinco etapas principais, distribuídas ao longo de cinco aulas, totalizando 10 horas, contemplando momentos de sensibilização, análise de dados, modelagem, debate crítico e produção final. A estrutura visa desenvolver competências cognitivas, matemáticas e cidadãs, valorizando a construção de conhecimentos em contextos significativos para os estudantes.

Além da descrição das atividades e do tempo previsto para sua execução, o Quadro 2 explicita os elementos CTS mobilizados em cada etapa, possibilitando visualizar de forma integrada como a sequência propõe o desenvolvimento da Alfabetização Científica Crítica por meio da resolução de problemas contextualizados e da tomada de decisão fundamentada.

Quadro 2 - Organização da sequência didática à luz do enfoque CTS

<b>Etapas</b>	<b>Descrição da Atividade</b>	<b>Tempo</b>	<b>Elementos CTS abordados</b>
1. Introdução e Problematização	Sensibilização sobre produção orgânica e impactos dos agrotóxicos; leitura de reportagem; discussão orientada; pré-teste.	1h	Problematização Sociotécnica (uso de agrotóxicos x agricultura sustentável) formação de opinião informada.
2. Contextualização Científica e Tecnológica	Análise de fatores do cultivo; experimentação com dados fictícios sobre espaçamento x produtividade; construção e leitura de gráficos.	2h	Leitura crítica de dados científicos; relação entre tecnologia agrícola, produtividade e meio ambiente.
3. Atividade Investigativa e Modelagem Matemática	Proposição de situação-problema; modelagem com função do 2º grau; interpretação do vértice da parábola.	3h	Modelagem matemática como ferramenta para tomada de decisão em contextos reais (ex: maximizar produção com responsabilidade ambiental).
4. Reflexão Sociotécnica e Tomada de Decisão	Leitura de textos; análise de impactos ambientais e sociais do <i>Carbendazim</i> ; produção de infográficos com base em dados e argumentos.	2h	Tomada de decisão cidadã; análise de dilemas sociotécnicos (produção intensiva x sustentabilidade); papel social da ciência e da matemática.
5. Avaliação Final e Pós-teste	Apresentação e socialização dos infográficos; reflexão final; aplicação de pós-teste; auto avaliação.	2h	Comunicação científica; avaliação de argumentos e posicionamentos críticos; construção coletiva de saberes.

Fonte: Autora (2025).

Importante destacar que a sequência didática proposta está fundamentada nas competências e habilidades da BNCC para o Ensino Médio, especialmente no componente de Matemática e suas Tecnologias, em articulação com o enfoque CTS. O Quadro 3 elucida as competências específicas e as habilidades.

Quadro 3 - Competências e habilidades da BNCC envolvidas

Competências específicas	Habilidades
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3: Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente (p. 535).	(EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais (p. 536).
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 4: 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 (p. 538).	(EM13MAT402) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais (p. 539).
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 5: 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 (p. 540).	(EM13MAT502) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo $y = ax^2$ (p. 541).
	(EM13MAT503) Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, entre outros, com apoio de tecnologias digitais (p. 541).
	(EM13MAT506) Representar graficamente a variação da área e do perímetro de um polígono regular quando os comprimentos de seus lados variam, analisando e classificando as funções envolvidas. (p. 541).

Fonte: Brasil (2018, p. 535-541).

Com base na problemática previamente apresentada que versa sobre os impactos ambientais e sociais do uso de agrotóxicos no cultivo de morangos, esta seção apresenta, de forma detalhada, as etapas que compõem a sequência didática desenvolvida. Estruturada a partir da articulação entre conteúdos matemáticos e uma situação sociotécnica real, a proposta visa contribuir uma aprendizagem mais crítica e contextualizada, voltada ao desenvolvimento de competências matemáticas e científicas em diálogo com a formação cidadã.

A abordagem adotada está fundamentada nos pressupostos do enfoque CTS, que defende a inserção de problemáticas reais e socialmente relevantes no contexto escolar, visando à construção de um conhecimento que considere os impactos da ciência e da tecnologia no meio ambiente e na vida das pessoas.

Especificamente, a proposta aqui apresentada aproxima-se da modalidade de “enxerto CTS”, conforme classificação de Luján López (1996). Nessa modalidade, temas socialmente relevantes são introduzidos para além da contextualização de conteúdos escolares tradicionais, neste caso, a função do 2º grau, permitindo reflexões críticas sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, sem necessariamente subordinar o conteúdo científico ao debate sociotécnico.

Ao longo da sequência, os estudantes são convidados a investigar a relação entre o uso de agrotóxicos e seus efeitos ambientais, analisar dados fictícios sobre produtividade agrícola, modelar matematicamente essas situações por meio de funções quadráticas e, por fim, tomar decisões fundamentadas com base nas evidências analisadas. Assim, busca-se não apenas o domínio técnico da linguagem matemática, mas também a compreensão das implicações sociais e ambientais da produção agrícola contemporânea.

Nas seções seguintes, são descritas as etapas da sequência, com as respectivas atividades, objetivos, estratégias metodológicas, recursos didáticos e os elementos CTS mobilizados, evidenciando o compromisso com um ensino que articula saberes escolares e formação crítica para a cidadania.

### *3.1.1 Introdução e Problematização (Aula 1)*

A primeira etapa terá duração de uma hora e o objetivo é introduzir a temática da produção orgânica de morangos e estabelecer conexões com o conteúdo matemático da função do 2º grau. Para isso, a aula será estruturada em quatro momentos principais: sensibilização, problematização, discussão coletiva e sistematização.

Anterior a etapa de sensibilização, os alunos irão responder a um pré-teste que visará identificar concepções prévias sobre o uso de agrotóxicos e produção orgânica (dimensão CTS); Verificar conhecimentos iniciais sobre função do 2º grau (dimensão matemática); Explorar a capacidade dos alunos de relacionar matemática com questões do cotidiano. O pré-teste encontra-se no Apêndice A.

Momento 1: Sensibilização - A aula iniciará com uma breve conversa para despertar o interesse dos alunos. A professora questionará: “Vocês já consumiram morangos orgânicos?”; “Sabem a diferença entre a produção convencional e a orgânica?” e “Já ouviram falar sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde e no meio ambiente?”. Esses questionamentos buscarão trazer experiências pessoais e os conhecimentos prévios dos estudantes e fomentar um primeiro contato com a temática.

Momento 2: Problematização - Em seguida, os alunos serão convidados a realizar a leitura de um texto (Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos) que apresenta dados sobre a presença de agrotóxicos em morangos e suas consequências para a saúde humana e o meio ambiente (Quadro 4).

Quadro 4 - Texto: Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos

**Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos: Impactos para a Saúde e o Meio Ambiente**

Nos últimos anos, os morangos têm ganhado destaque em pesquisas sobre a presença de agrotóxicos nos alimentos consumidos no Brasil. De acordo com relatórios da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), essa fruta frequentemente aparece entre os produtos com maior quantidade de resíduos de pesticidas acima dos limites permitidos. Mas quais são as consequências desse uso excessivo para a saúde humana e o meio ambiente?

**Agrotóxicos nos Morangos: Um Problema Invisível:** O cultivo de morangos convencionais exige cuidados constantes, pois a planta é sensível a pragas e doenças. Para evitar perdas, muitos produtores utilizam defensivos agrícolas, que podem conter substâncias tóxicas. O problema surge quando esses produtos permanecem nos alimentos consumidos pela população. Estudos apontam que o consumo excessivo de agrotóxicos está relacionado a distúrbios hormonais, problemas neurológicos e, em casos mais graves, ao desenvolvimento de câncer. Além dos impactos na saúde, o uso indiscriminado de pesticidas afeta o solo e os recursos hídricos. Quando os agrotóxicos são aplicados, parte deles infiltra-se no solo, contaminando lençóis freáticos e prejudicando a biodiversidade local. Isso compromete o equilíbrio ecológico, afetando polinizadores como as abelhas, essenciais para a reprodução de diversas culturas agrícolas.

**Alternativas Sustentáveis: A Produção Orgânica:** Diante desses desafios, a produção orgânica de morangos surge como uma alternativa viável e sustentável. Nesse modelo, os produtores utilizam técnicas naturais de controle de pragas, como a rotação de culturas e o uso de predadores naturais. Além de minimizar os impactos ambientais, os morangos orgânicos são livres de resíduos químicos, promovendo uma alimentação mais saudável. Para os consumidores, a escolha entre morangos convencionais e orgânicos envolve não apenas uma preocupação com a saúde, mas também um compromisso com a preservação ambiental. Cada vez mais, mercados e feiras oferecem opções de produtos certificados, permitindo que a população tome decisões informadas sobre sua alimentação.

**Reflexão Final:** Diante dessas informações, fica o questionamento: como equilibrar a necessidade de produzir alimentos em larga escala com a preservação da saúde e do meio ambiente? Essa é uma questão que envolve não apenas agricultores e cientistas, mas também a sociedade como um todo. A conscientização e o incentivo a práticas agrícolas sustentáveis são passos fundamentais para garantir um futuro mais saudável e equilibrado para as próximas gerações.

Fonte: Autora, com base em Carneiro *et al.* (2015).

Após a leitura do texto, serão feitas perguntas para estimular a reflexão, a saber: “Qual foi a informação mais impactante que vocês viram no texto?” “Como podemos garantir uma alimentação saudável sem prejudicar a produtividade agrícola?” e “Vocês acham que a Matemática pode ajudar a resolver esse problema? De que forma?”

A professora incentivará a participação ativa dos alunos, anotando no quadro algumas das ideias levantadas.

*Momento 3: Discussão Coletiva* - Após a problematização, os alunos serão organizados em pequenos grupos para discutir as questões levantadas e apresentar suas reflexões para a turma. A partir das falas dos estudantes, a professora relacionará os desafios da produção agrícola sustentável à importância da modelagem matemática. A questão norteadora será:

“Como podemos utilizar a Matemática para otimizar a produção de morangos de forma sustentável?”.

*Momento 4: Sistematização* - Para finalizar, a professora explicará que, ao longo das próximas aulas, os estudantes irão trabalhar com a função do 2º grau para modelar situações reais da produção de morangos. Serão apresentadas algumas relações preliminares entre Matemática e agricultura, como o cálculo da produtividade e o uso de gráficos para representar a relação entre número de plantas e produção. Os alunos serão convidados a anotar suas expectativas sobre o que irão aprender e como acham que a Matemática pode contribuir para essa temática.

Acredita-se que essa abordagem permitirá que os estudantes se sintam parte ativa do processo de aprendizagem, estimulando o pensamento crítico e a curiosidade científica, enquanto preparam o terreno para os próximos passos da sequência didática.

### 3.1.2 Contextualização Científica e Tecnológica (Aula 2)

A segunda etapa da sequência didática, com duração de duas horas tem como objetivo aprofundar a compreensão dos estudantes sobre a relação entre o crescimento das plantas e os fatores ambientais, conectando esses conceitos à função do 2º grau. A aula será organizada em três momentos principais: introdução conceitual, experimentação e análise matemática.

*Momento 1: Introdução Conceitual* - A professora iniciará a aula contextualizando a importância da produção agrícola sustentável e como a Matemática pode auxiliar na otimização da produção. Serão discutidos fatores que influenciam o crescimento das plantas, como: Quantidade de água disponível, Intensidade da luz solar, Espaçamento entre as plantas e competição por nutrientes e o Uso de fertilizantes naturais ou sintéticos. A professora utilizará imagens e gráficos para ilustrar esses fatores e relacioná-los à produtividade agrícola. Para engajar os alunos, serão levantadas questões como: “Como o espaçamento entre as plantas influencia a colheita?”, “Por que não podemos plantar um número infinito de mudas em um espaço pequeno?” e “Como podemos prever a melhor configuração para o plantio?”.

*Momento 2: Experimentação e Análise de Dados* - Os alunos serão divididos em pequenos grupos e receberão dados fictícios sobre diferentes espaçamentos no plantio de morangos e a quantidade de frutos colhidos em cada caso. O desafio será organizar esses dados em tabelas (Tabela 1) e interpretar tendências. Cada grupo construirá um gráfico no plano cartesiano, buscando identificar se a relação entre o espaçamento e a produtividade segue um

padrão parabólico. Durante essa atividade, a professora orientará os alunos na construção dos gráficos, destacando conceitos como concavidade e ponto de máximo.

Essa etapa está diretamente alinhada à habilidade (EM13MAT503) que propõem “Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, entre outros, com apoio de tecnologias digitais” (Brasil, 2018, p. 541).

Tabela 1 - Exemplo de tabela que os alunos poderão construir

Espaçamento (cm)	Produção de morangos (kg/m <sup>2</sup> )
10	0.8
15	3.8
20	6.0
25	8.4
30	9.5
35	9.8
40	9.4
45	8.2
50	6.0
55	3.5

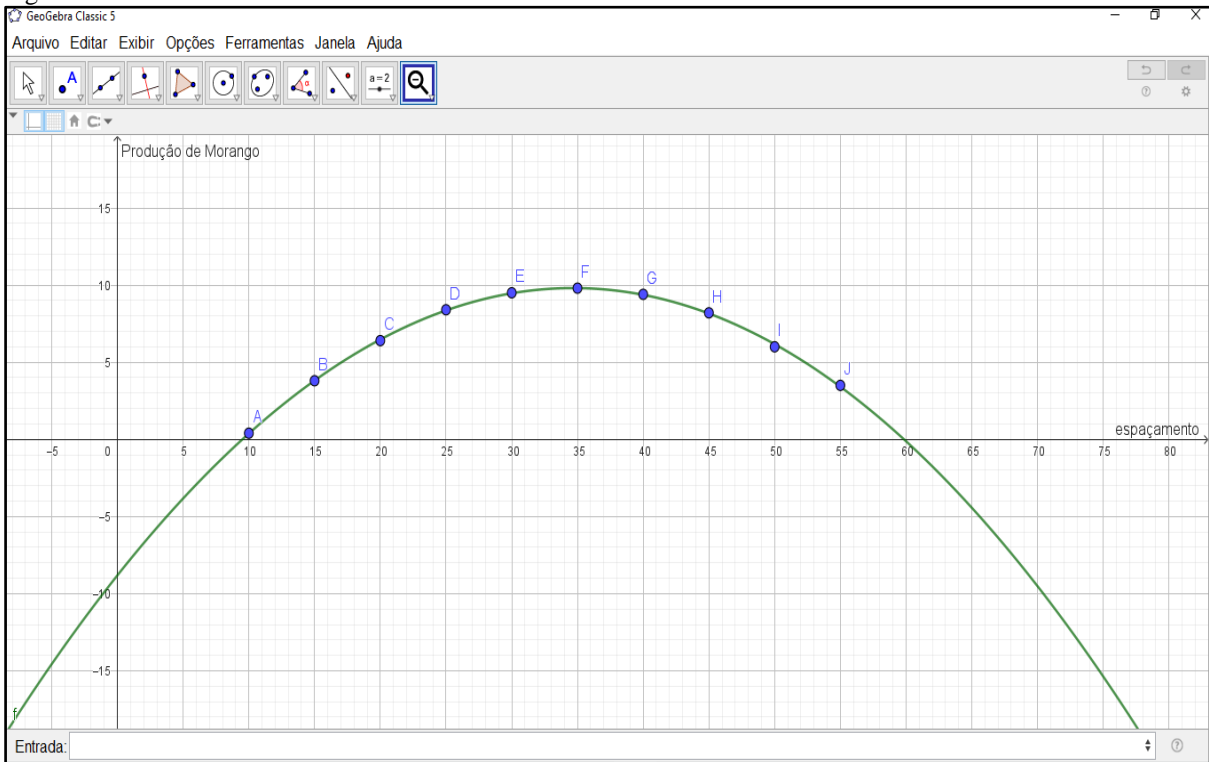
Fonte: Autora, com apoio de IA (ChatGPT, 2025).

A Tabela 1 apresenta os dados fictícios que os alunos poderão utilizar para analisar a relação entre o espaçamento das plantas e a produção de morangos. Eles poderão organizar esses dados em tabelas e construir gráficos para identificar padrões, observando o comportamento parabólico da função quadrática (Figura 2). Os demais exemplos com dados fictícios estão no Apêndice B.

Salienta-se que os dados fictícios apresentados nas tabelas, foram elaborados pela autora com o apoio da ferramenta de inteligência artificial ChatGPT (OpenAI)<sup>2</sup>, a partir da combinação de informações públicas, referências científicas e objetivos didáticos. Ressalta-se que tais dados são de caráter educativo e foram organizados com a finalidade de contextualizar situações-problema no ensino de Matemática com enfoque CTS.

<sup>2</sup> CHATGPT. Apoio à elaboração de tabela sobre produção de morangos. 2024. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 05 out. 2024.

Figura 2 - Gráfico elaborado em base nos dados da Tabela 1



Fonte: Autora (2025).

*Momento 3: Conexão com a Função do 2º Grau* - Após a experimentação, os alunos serão convidados a compartilhar suas observações. A professora conduzirá uma reflexão coletiva sobre como os dados coletados se ajustam a uma função quadrática. Será discutido o papel do vértice da parábola como indicador da melhor disposição das plantas para maximizar a produtividade.

Por fim, a professora reforçará a importância da modelagem matemática na agricultura sustentável, destacando como os produtores podem utilizar a Matemática para otimizar recursos e aumentar a eficiência da produção.

Acredita-se que essa abordagem permitirá que os estudantes compreendam a função do 2º grau de maneira aplicada, favorecendo a aprendizagem significativa e a conexão entre Matemática e a tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade.

### 3.1.3 Atividade Investigativa e Modelagem Matemática (Aulas 3 e 4)

As aulas 3 e 4 têm duração de 5 horas e como foco na investigação prática e na modelagem matemática para que os alunos compreendam a relação entre o número de plantas por metro quadrado e a produtividade de morangos. A atividade é estruturada em cinco momentos principais:

Momento 1: Proposição da Situação-Problema - A professora introduzirá o desafio da aula com a seguinte questão: “Como organizar um canteiro de morangos de modo a maximizar a produção sem desperdício de espaço e insumos?”.

Será feita uma breve explicação sobre a importância do espaçamento no plantio para garantir produtividade e sustentabilidade. A professora incentivará os alunos a refletirem sobre os fatores que afetam a produção agrícola e como a Matemática pode ser usada para modelar essa situação.

Momento 2: Coleta de Dados Fictícios - Os alunos serão divididos em pequenos grupos e receberão uma tabela contendo dados fictícios sobre o número de plantas por metro quadrado e a produção correspondente (em kg/m<sup>2</sup>). Esses dados já foram preparados para seguir um comportamento parabólico, permitindo que os alunos percebam a existência de um ponto ótimo de produtividade. A professora orientará os grupos a analisarem as informações e discutirem os padrões observados.

Momento 3: Construção de Tabelas e Gráficos - Cada grupo organizará os dados recebidos em tabelas e construirá gráficos cartesianos para representar a relação entre o espaçamento das plantas e a produtividade. A professora destacará a importância de observar a concavidade do gráfico e a existência de um ponto de máximo.

Momento 4: Identificação da Função Quadrática - Com os dados e gráficos prontos, os alunos serão desafiados a identificar a equação da função quadrática que melhor representa a relação entre espaçamento e produção. A professora explicará como ajustar uma função quadrática aos dados e como determinar sua equação no formato geral:  $y = ax^2 + bx + c$ .

Essa etapa está diretamente alinhada à habilidade (EM13MAT502) que propõe:

Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo  $y = ax^2$  (Brasil, 2018, p. 541).

Os alunos poderão utilizar métodos simples de ajuste, como interpolação visual, ou até mesmo ferramentas tecnológicas para encontrar os coeficientes. Com o uso da tecnologia vai ser projetado o programa Geogebra<sup>3</sup> na lousa onde a professora irá explicar como encontrar a

---

<sup>3</sup> GeoGebra é um software livre e multiplataforma voltado ao ensino e à aprendizagem da Matemática, que integra recursos de álgebra, geometria, estatística, cálculo e planilhas em um mesmo ambiente dinâmico. A ferramenta permite a construção de representações gráficas interativas e favorece a visualização e a exploração de conceitos matemáticos de forma intuitiva. Está disponível gratuitamente em versão online ou para download em: <https://www.geogebra.org>.

função e seus coeficientes e os alunos em grupo de dois a dois, irá desenvolver as atividades propostas no Crommer book. As atividades estão disponíveis no Apêndice C.

Importante destacar que as atividades didáticas presentes nos Apêndices desta dissertação, voltadas ao ensino da função do 2º grau em contextos reais, foram geradas com o apoio de ferramentas de IA, notadamente o modelo ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI. O uso dessa tecnologia se deu como alternativa à escassez de materiais didáticos disponíveis que articulassem de forma explícita e contextualizada os conteúdos matemáticos com temáticas socioambientais, conforme preconizado pelo enfoque CTS.

A decisão pelo uso da IA fundamenta-se na necessidade de elaboração de um produto educacional inédito, que atendesse aos critérios de contextualização, interdisciplinaridade e relevância social exigidos pela proposta pedagógica da pesquisa. A IA foi empregada como ferramenta de apoio à criação de enunciados, situações-problema e sugestões de exploração didática, sendo posteriormente adaptadas e revisadas pela pesquisadora à luz da BNCC e das contribuições teóricas que embasam o trabalho.

Ressalta-se que a utilização da IA não substituiu o papel do pesquisador na construção crítica da sequência didática, mas serviu como um recurso eficiente para superar os limites impostos pela carência de fontes específicas voltadas à função quadrática em contextos agroecológicos.

*Momento 5: Análise do Vértice da Parábola* - A última parte da atividade será dedicada à análise do vértice da parábola. O professor explicará que o ponto de máxima produtividade ocorre no vértice da função quadrática e que este pode ser determinado pela fórmula:  $x = -b/(2a)$ . Os alunos calcularão o espaçamento ideal para maximizar a produção de morangos e discutirão como esse resultado pode ser utilizado na agricultura real.

*Encerramento e Reflexão* - Os grupos compartilharão suas descobertas e discutirão as implicações do modelo matemático na prática agrícola. O professor reforçará como a Matemática pode ser uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões e otimização de recursos na agricultura sustentável.

### *3.1.4 Reflexão Sociotécnica e Tomada de Decisão (Aula 5)*

Nesta última etapa, com duração de duas horas, os alunos irão refletir sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais da produção agrícola, considerando a importância da otimização de recursos e a modelagem matemática na tomada de decisões. A aula será dividida

em três momentos principais a saber: 1- análise dos impactos da produção agrícola, 2- discussão sobre a importância da Matemática na tomada de decisões e 3- socialização das conclusões.

*Momento 1: Análise dos Impactos da Produção Agrícola* - Os alunos serão divididos em grupos e receberão textos e dados sobre os impactos ambientais e sociais do uso de agrotóxicos e da produção agrícola sustentável. Entre os temas abordados estarão: o impacto ambiental dos agrotóxicos nos solos e lençóis freáticos, os efeitos na saúde humana decorrentes do consumo de alimentos contaminados, os desafios da produção orgânica e os custos associados e o papel da otimização de recursos na agricultura sustentável.

Após a leitura e análise dos textos, cada grupo responderá a perguntas orientadoras, como: “*Quais são os principais desafios enfrentados pelos pequenos produtores na adoção de práticas sustentáveis?*”, “*Como a Matemática pode ajudar a maximizar a produtividade minimizando custos e impactos ambientais?*” e “*Quais seriam os benefícios de um planejamento matemático na agricultura?*”. O Quadro 5 apresenta um dos textos e os demais estão no Apêndice D.

Quadro 5 - Texto: Impacto Ambiental dos Agrotóxicos nos Solos e Lençóis Freáticos

<b>Impacto Ambiental dos Agrotóxicos nos Solos e Lençóis Freáticos</b>
<p>Os agrotóxicos, amplamente utilizados na agricultura convencional para o controle de pragas e aumento da produtividade, têm sido associados a diversos impactos ambientais negativos. Quando aplicados, esses produtos podem infiltrar-se no solo, alcançando os lençóis freáticos e contaminando as águas subterrâneas. Estudos indicam que a contaminação ocorre principalmente em áreas próximas aos locais de aplicação, seja por escoamento superficial ou por infiltração direta no solo. Fatores como tipo de solo, declividade, cobertura vegetal e condições climáticas influenciam o transporte desses contaminantes para os recursos hídricos.</p> <p>Além disso, a presença de agrotóxicos nas águas subterrâneas representa riscos significativos para os ecossistemas aquáticos e para a saúde humana, especialmente quando essas águas são utilizadas para consumo. A persistência desses compostos no ambiente pode levar à bioacumulação em organismos vivos, afetando cadeias alimentares e a biodiversidade local.</p> <p><b>Questões para reflexão:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quais são as principais vias pelas quais os agrotóxicos contaminam os recursos hídricos subterrâneos?</li> <li>2. Como a contaminação por agrotóxicos pode afetar a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos?</li> <li>3. Quais práticas agrícolas poderiam ser adotadas para minimizar a contaminação dos solos e lençóis freáticos por agrotóxicos?</li> <li>4. O que é bioacumulação?</li> </ol>

Fonte: Autora, com base em Pereira *et al.* (2022).

*Momento 2: Discussão sobre a Importância da Matemática na Tomada de Decisões* - Cada grupo apresentará suas respostas e reflexões ao restante da turma. A professora conduzirá um debate sobre como a modelagem matemática pode ser aplicada na agricultura sustentável e quais são suas implicações reais. Serão abordados exemplos (atividades disponíveis no

Apêndice E) em que as funções matemáticas sejam utilizadas para prever rendimentos e reduzir desperdícios de insumos.

A professora destacará o uso de equações quadráticas na otimização da produtividade agrícola e incentivará os alunos a discutirem outras possíveis aplicações da modelagem matemática em diferentes contextos.

*Momento 3: Socialização e Sistematização do Conhecimento* - Para concluir a sequência didática, os alunos serão convidados a refletir e realizar a produção de infográficos sobre o impacto dos agrotóxicos nos solos. Essa atividade final objetiva: 1- Compreender a relação entre a quantidade de agrotóxicos aplicados e o impacto ambiental no solo, modelando a situação com uma função do 2º grau; 2- Analisar criticamente o uso de agrotóxicos no cultivo de morangos a partir de dados e evidências científicas; 3- Relacionar conteúdos matemáticos (função quadrática, gráfico, concavidade e interpretação do crescimento da função) com questões sociais e ambientais; e 4- Desenvolver habilidades de comunicação científica e pensamento crítico por meio da construção de infográficos.

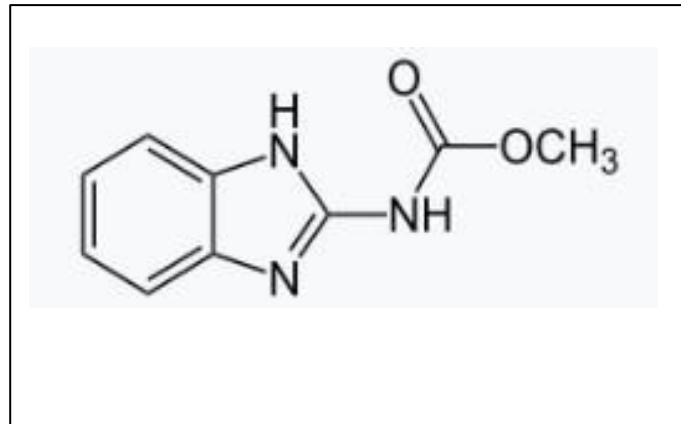
A professora iniciará a atividade final contextualizando sobre o cultivo de morangos no Brasil, especialmente no sul do país. Os produtores utilizavam frequentemente o fungicida *Carbendazim*, um agrotóxico que combate fungos nas lavouras, mas que também pode deixar resíduos nos alimentos e contaminar o solo e os rios. Estudos apontam que o uso crescente desse produto pode causar um aumento não linear na contaminação do solo.

Com base em dados que serão fornecidos (Tabela 2 e Quadro 6), aos alunos serão desafiados a analisar as relações e representar graficamente esse fenômeno. Depois, deverão construir um infográfico científico, explicando suas análises, apresentando os resultados matemáticos e refletindo sobre possíveis caminhos sustentáveis para a agricultura.

No que se refere a contextualização, os alunos irão realizar a leitura do texto que se refere ao uso do *Carbendazim* no Brasil, disponível no Quadro 6.

Quadro 6 - Trecho de reportagem sobre o uso de Carbendazim no Brasil

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovou por unanimidade, em 8 de agosto de 2022, a proibição do uso do fungicida *Carbendazim* em produtos agrotóxicos no Brasil. A decisão foi baseada em estudos que indicaram que não é possível estabelecer uma dose segura para a população, devido ao potencial do *Carbendazim* causar mutações genéticas e toxicidade reprodutiva. O carbendazim é um fungicida sistêmico amplamente utilizado na agricultura brasileira, especialmente em culturas como feijão, arroz, soja, trigo e frutas cítricas. Apesar de seu uso frequente, a substância foi banida na União Europeia por ser considerada tóxica para a reprodução humana e prejudicial ao meio ambiente.



Contudo, em dados anteriores à proibição, o *Carbendazim* era um dos resíduos mais encontrados em alimentos consumidos no Brasil, como o morango, o mamão e a uva, segundo relatórios do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA/Anvisa).

Fonte: Adaptado de <https://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2023/02/03/comercializacao-de-carbendazim-esta-proibida-apos-09-02/>.

Após a leitura do texto, será proposto pela professora uma discussão em grupo sobre impactos ambientais e sociais, por meio de questionamentos como: “*O que é contaminação do solo?*” e “*Como o uso do agrotóxico pode se tornar um dilema social?*”

Em seguida, os alunos receberão os dados fictícios (Tabela 2) para análise e organização. Os alunos deverão construir o gráfico no plano cartesiano; Identificar o tipo de função, concavidade, crescimento e interpretação da fórmula ajustada:  $y = 4x^2 + 1$ .

Tabela 2 - Dados fictícios para análise

Quantidade de agrotóxicos (L/ha) – x	Índice de contaminação do solo – y
0	1
1	5
2	17
3	37
4	65
5	101
6	145

Fonte: Autora, com apoio de IA (ChatGPT, 2025).

Visando fomentar a discussão os alunos poderão ser questionados sobre: “*O que representa o crescimento rápido da contaminação?*”; “*Existe uma “dose segura?”*” e “*Como esse modelo matemático pode ser usado em decisões públicas?*”

Por fim os alunos irão construir um infográfico (em sala ou como tarefa), em grupos com: Representação visual (gráfico), Interpretação da função, Argumentos sobre os impactos ambientais e sociais e uma Proposta de solução ou recomendação (controle biológico, redução do uso, incentivo à produção orgânica).

Como etapa final da sequência didática, será aplicado um pós-teste com os mesmos itens do pré-teste (Apêndice A), almejando observar a evolução dos estudantes em relação aos conhecimentos matemáticos e às compreensões socioambientais mobilizadas ao longo da intervenção didática. A proposta de reaplicar o mesmo instrumento tem por objetivo avaliar mudanças nas concepções, na argumentação e na articulação entre saberes matemáticos e o contexto sociotécnico trabalhado, especialmente no que se refere à função do 2º grau e ao impacto do uso de agrotóxicos na produção agrícola.

### **3.2 O produto educacional**

O produto educacional desenvolvido no âmbito desta dissertação consiste em uma sequência didática voltada ao ensino da função do 2º grau no Ensino Médio, estruturada sob os princípios do enfoque CTS e da Modelagem Matemática. A proposta tem como base a contextualização do conteúdo matemático por meio da temática da produção agrícola de morangos, articulando conhecimentos matemáticos a questões socioambientais, como o uso de agrotóxicos e seus impactos na saúde e no meio ambiente.

Conforme já apresentado, a sequência didática é composta por cinco encontros organizados com base em situações-problema e atividades investigativas que visam prover uma aprendizagem mais significativa, crítica e interdisciplinar. As atividades incluem leituras contextualizadoras, análise de dados simulados por IA, construção de gráficos e modelos matemáticos, debate sobre problemáticas ambientais e produção de infográficos pelos estudantes. A proposta busca favorecer o desenvolvimento de competências matemáticas associadas ao raciocínio analítico, à argumentação crítica e à interpretação de fenômenos do mundo real.

O material está sendo produzido utilizando a plataforma Canva, uma ferramenta de design gráfico digital gratuita que permite a criação de conteúdos visuais com organização clara, estética atrativa e acessibilidade para professores e estudantes. A escolha do Canva se

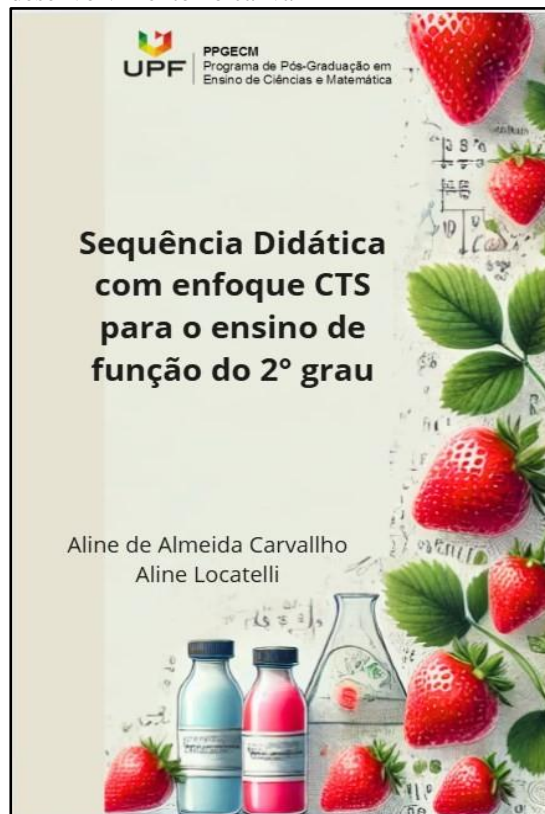
deu por sua interface intuitiva e pelos recursos de compartilhamento e edição colaborativa, que facilitam a elaboração de materiais pedagógicos interativos e adaptáveis.

As imagens que compõem o produto educacional estão sendo geradas com o auxílio de ferramentas IA, utilizadas como suporte criativo e visual na construção dos materiais. A escolha por esse recurso teve como objetivo aprimorar a apresentação estética e comunicativa da sequência didática, favorecendo o engajamento dos usuários e a clareza na exposição das ideias propostas. As ilustrações foram elaboradas com base em descrições textuais formuladas pelas autoras, de modo a garantir a coerência com os conteúdos abordados e com o contexto temático da proposta.

A utilização de imagens geradas por IA estão sendo cuidadosamente realizada com fins exclusivamente educativos e não comerciais, respeitando os princípios de originalidade, adequação pedagógica e ética no uso de tecnologias digitais. Esse recurso complementa o trabalho autoral da(s) pesquisadora(s) na criação de um material didático, visualmente atrativo e alinhado aos objetivos de aprendizagem da sequência didática.

A Figura 3 apresenta a capa e algumas partes do material didático que está sendo organizado e desenvolvido na plataforma Canva.

Figura 3 - Capa do produto educacional em desenvolvimento no canva



Fonte: Autora (2025).

## 4 PESQUISA

O presente capítulo traz a descrição da abordagem metodológica adotada, caracterizada como uma pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica. Detalha-se o planejamento, a implementação e o acompanhamento da sequência didática aplicada em uma turma do 1º ano do Ensino Médio. São descritos os instrumentos utilizados para a produção dos dados: pré e pós-testes, atividades orais e escritas, infográficos produzidos pelos estudantes e o diário de bordo da professora-pesquisadora.

### 4.1 Natureza da pesquisa

A proposta deste trabalho visa um estudo sobre a função do 2º Grau no contexto da abordagem CTS, discutindo o uso de agrotóxicos e permitindo, assim, a construção de um diálogo entre os saberes matemáticos e os questionamentos existentes dentro da esfera social. Para tanto, será desenvolvida uma pesquisa qualitativa do tipo intervenção, caracterizada por um processo participativo e reflexivo, no qual os estudantes do Ensino Médio de uma escola pública serão protagonistas da construção do conhecimento.

Segundo Godoy (1995, p. 58), a pesquisa qualitativa:

[...] não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

A partir dessa exposição, percebe-se que o presente trabalho se fundamenta em um estudo que vai além da compreensão meramente conceitual da função do 2º Grau. O foco está na contextualização desse conhecimento matemático em uma problemática social relevante: o uso de agrotóxicos na cultura do morango. A pesquisa visa coletar dados que revelem as vantagens econômicas dessa prática na agricultura, mas também elencar os prejuízos à saúde e ao meio ambiente ao longo do processo, desde o cultivo até o consumo.

A pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica é uma abordagem metodológica que visa investigar e transformar processos educacionais por meio da implementação de práticas inovadoras e do acompanhamento dos impactos dessas mudanças na aprendizagem dos estudantes. Diferente de abordagens exclusivamente observacionais ou descritivas, essa

modalidade de pesquisa caracteriza-se pela participação ativa do pesquisador no contexto estudado, promovendo mudanças intencionais e analisando criticamente seus efeitos.

Segundo Damiani *et al.* (2013), a pesquisa do tipo intervenção pedagógica envolve o planejamento e a implementação de mudanças e inovações pedagógicas com o objetivo de melhorar os processos de aprendizagem. Os autores destacam que esse tipo de pesquisa deve ser reconhecido como uma investigação científica válida, uma vez que produz conhecimento educacional baseado em evidências e reflexão teórica. Damiani *et al.* (2013) defendem que essa metodologia não se restringe à aplicação de uma nova prática, mas inclui uma análise aprofundada de seu impacto, diferenciando-se de projetos de ensino ou relatos de experiência. De acordo com Thiollent (2011), a pesquisa-intervenção segue um ciclo contínuo de planejamento, implementação, observação e reflexão, permitindo ajustes e refinamentos ao longo do processo. No contexto educacional, esse tipo de investigação possibilita a experimentação de novos métodos didáticos, como a modelagem matemática e o enfoque CTS, analisando seu potencial para tornar o ensino mais significativo e contextualizado.

No campo da Educação Matemática, a pesquisa-intervenção tem sido utilizada para explorar estratégias que favoreçam a aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos. Fiorentini e Lorenzato (2009) ressaltam que essa abordagem permite aos professores investigarem suas próprias práticas e aprimorarem o ensino por meio da análise reflexiva. Um exemplo de aplicação dessa metodologia é o ensino da função do 2º grau a partir da modelagem matemática da produção orgânica de morangos.

Essa proposta didática envolve a formulação de um problema real, como a otimização do espaçamento entre os morangueiros para maximizar a produtividade, a coleta e a organização de dados fictícios, a construção de gráficos e a identificação da função quadrática que melhor representa a relação entre as variáveis envolvidas. Ao longo do processo, os alunos são incentivados a formular hipóteses, interpretar os resultados e discutir as implicações da modelagem matemática para a tomada de decisões no contexto da agricultura sustentável.

Zeichner e Diniz-Pereira (2005) destacam que as pesquisas do tipo intervenção pedagógica têm um papel fundamental na formação docente, pois possibilitam que os professores analisem suas próprias práticas e desenvolvam estratégias inovadoras para o ensino. Esse tipo de pesquisa promove a articulação entre teoria e prática, fornecendo subsídios para a construção de uma didática mais reflexiva e adaptada às necessidades dos alunos.

Ao aplicar a intervenção pedagógica no ensino de Matemática, os professores não apenas testam novas metodologias, mas também contribuem para a produção de conhecimento na área educacional. Essa perspectiva fortalece a ideia de que a pesquisa aplicada pode gerar

impactos significativos na prática docente, reduzindo a lacuna entre a produção acadêmica e a realidade das salas de aula (Robson, 1993).

Nesse sentido, a pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica representa uma abordagem metodológica potente para a investigação e transformação dos processos de ensino e aprendizagem. No contexto da Educação Matemática, sua aplicação tem demonstrado potencial para tornar o ensino mais dinâmico, interdisciplinar e significativo. A utilização da modelagem matemática como estratégia didática, aliada ao enfoque CTS, possibilita que os estudantes compreendam a Matemática como um conhecimento aplicado à resolução de problemas reais, favorecendo a construção de uma aprendizagem contextualizada e crítica. Ao reconhecer a pesquisa-intervenção como uma ferramenta para aprimorar a prática pedagógica, professores e pesquisadores contribuem para uma educação mais reflexiva e inovadora, promovendo mudanças que beneficiam diretamente os estudantes e a sociedade.

#### **4.2 Os instrumentos de produção de dados**

Para fins de análise da proposta pedagógica e verificação da aprendizagem dos estudantes no decorrer da sequência didática, serão utilizados diferentes instrumentos de produção de dados, de natureza qualitativa, alinhados aos objetivos da pesquisa. Esses instrumentos poderão permitir observar tanto os aspectos conceituais ligados ao conteúdo matemático quanto os elementos críticos e reflexivos mobilizados a partir do enfoque CTS. A seguir, descrevem-se os instrumentos que serão empregados:

*Pré-teste e Pós-teste* serão aplicados, respectivamente, no início e ao final da sequência didática, com o objetivo de diagnosticar e avaliar os conhecimentos prévios e os avanços conceituais dos estudantes em relação ao conteúdo de função do 2º grau e à capacidade de interpretação de situações contextualizadas com base em dados matemáticos.

Ambos os testes foram compostos pelas mesmas questões, organizadas de forma a explorar habilidades matemáticas (como reconhecimento da função quadrática, leitura de gráficos e interpretação de vértice) e aspectos relacionados ao raciocínio crítico, como a capacidade de tomar decisões fundamentadas em contextos sociotécnicos, como o uso de agrotóxicos na agricultura. A análise comparativa entre os dois instrumentos fornecerá subsídios para avaliar os impactos da intervenção pedagógica no processo de aprendizagem.

Ao longo das aulas, os estudantes realizarão *atividades orais e escritas* (individuais e coletivas) voltadas à organização e sistematização do conhecimento. Tais registros incluem interpretação de gráficos, elaboração de conclusões a partir de dados, resolução de situações-

problema e discussões orientadas sobre os impactos do uso de agrotóxicos. Essas atividades serão analisadas como indícios do percurso cognitivo dos estudantes, e também como expressão da capacidade de transferir conceitos matemáticos para contextos reais e socialmente relevantes.

Durante a etapa de sistematização da sequência didática, os estudantes serão organizados em grupos e desafiados a produzir *infográficos científicos*, nos quais deverão articular dados matemáticos (gráficos, tabelas e funções) com argumentos sociais e ambientais relacionados à produção agrícola. Esses produtos finais são compreendidos como registros da aprendizagem e serão analisados com base em critérios como: domínio conceitual, clareza na comunicação, integração de saberes e presença de posicionamento crítico.

Os infográficos representam uma importante fonte de dados para a pesquisa, pois poderão relevar o modo como os estudantes compreenderam e articularam os conhecimentos matemáticos com os elementos do enfoque CTS, evidenciando aprendizagens tanto conceituais quanto atitudinais.

Como instrumento de natureza reflexiva e documental, o *diário de bordo da professora-pesquisadora* será mantido ao longo de toda a aplicação da sequência didática, contendo anotações diárias da professora-pesquisadora sobre o desenvolvimento das atividades, o envolvimento dos estudantes, os desafios enfrentados, os ajustes metodológicos realizados e as percepções subjetivas do processo de ensino-aprendizagem.

Esses instrumentos, poderão fornecer elementos importantes para análise da prática docente, bem como compreender como a proposta CTS impactou o cotidiano da sala de aula, oferecendo uma dimensão mais ampla e contextualizada da intervenção pedagógica. Seguindo a orientação de Zabalza (2004), o diário de bordo constitui um espaço de reflexão crítica sobre a prática, contribuindo para a formação docente e para a qualificação da proposta investigativa.

### **4.3 Análise dos dados produzidos**

A análise dos dados coletados ao longo da aplicação da sequência didática foi realizada com base em uma abordagem qualitativa, buscando compreender como os estudantes mobilizam conhecimentos matemáticos em articulação com reflexões críticas sobre temas sociotécnicos, conforme propõe o enfoque CTS. Essa análise é orientada por dois eixos principais:

1. *Compreensão e aplicação de conhecimentos matemáticos*: Serão examinados os indícios de aprendizagem relacionados à função polinomial do 2º grau, incluindo:

Reconhecimento e interpretação da forma algébrica; os coeficientes  $a$ ,  $b$  e  $c$  se é completa ou incompleta as raízes  $x'$  e  $x''$ , Construção e análise de gráficos: concavidade para cima ou para baixo, Identificação e interpretação do vértice como ponto de máximo ou mínimo; Aplicação da função a situações-problema com dados contextualizados; Capacidade de argumentar com base em modelos matemáticos.

Os registros dos pré e pós-testes, das atividades de sistematização e dos infográficos foram analisados buscando evidenciar se houve avanço na apropriação dos conceitos matemáticos e na sua aplicação em contextos reais.

2. *Presença de elementos do enfoque CTS*: A análise qualitativa também buscou identificar nas falas, textos, produções e posicionamentos dos estudantes: O reconhecimento dos impactos sociais e ambientais das tecnologias agrícolas, como o uso de agrotóxicos; A interpretação crítica de dados científicos e matemáticos como base para decisões; A formulação de argumentos ético-políticos em torno da problemática investigada; A capacidade de dialogar com diferentes pontos de vista em dilemas sociotécnicos; A proposição de soluções sustentáveis fundamentadas em dados e valores.

A produção dos infográficos científicos foi um material-chave nesse processo, pois permitiu observar como os estudantes sintetizaram informações matemáticas e CTS em uma comunicação crítica e visualmente estruturada.

A análise foi complementada pelo conteúdo do diário de bordo da professora-pesquisadora, que funcionou como instrumento de reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem. A triangulação entre os dados dos estudantes (testes, atividades, infográficos) e os registros da prática permitiu fortalecer a validação interpretativa dos resultados.

#### **4.4 O *locus* da prática e o público-alvo**

A aplicação do produto educacional será realizada no Colégio Estadual Filhinho Portilho, localizada no município de Rio Verde, Goiás. Segundo o PPP (Projeto Político Pedagógico) da Escola Estadual Filhinho Portilho, a escola começou suas atividades há mais de 30 anos, desde o ano de 1995, hoje ela atende o ensino fundamental e médio. A escola possui uma estrutura física modesta, porém muito funcional, contando com apenas oito salas de aula, oferece o ensino de 1° a 3° ano do ensino médio no período matutino e 7° ao 9° anos do ensino fundamental e no turno noturno EJA TEC médio. Possui duas quadras grandes coberta e pátio coberto, porém não possui biblioteca e nem laboratórios. A estrutura organizacional da escola

é composta pela direção, secretaria, CAF (Coordenador Administrativo Financeiro), coordenação pedagógica, coordenação de turno, professores e agentes administrativos.

A Figura 4 apresenta a entrada principal da escola, situada à rua 03 S/N, Vila Renovação, Rio Verde –GO.

Figura 4 - Foto do Colégio Estadual Filhinho Portilho



Fonte: Autora (2025).

Para a intervenção didática, a turma escolhida foi a do 1º do Ensino Médio, com 29 estudantes, com idade variando entre 15 e 16 anos. Sendo 13 meninas e 16 meninos. A turma é aplicada e se envolve bem nas atividades propostas. A permissão, por parte da escola, para o desenvolvimento dessa atividade de pesquisa está localizada no Anexo A. Os termos de assentimento (TALE) e consentimento (TCLE) para os estudantes e seus pais ou responsáveis estão nos Anexos B e C, respectivamente.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a discussão dos resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática sobre os impactos do uso de agrotóxicos na cultura do morango, fundamentada no enfoque CTS. O desenvolvimento das atividades possibilitou socializar com os estudantes os caminhos percorridos ao longo da pesquisa, buscando inicialmente identificar os conhecimentos prévios que já possuíam sobre a temática e, em seguida, ampliar e sistematizar essas percepções. A proposta integrou a Matemática ao contexto social e ambiental por meio do estudo da função quadrática, recurso que permitiu elucidar problematizações do cotidiano e favorecer a construção de uma compreensão crítica acerca da relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

### 5.1 Apresentação de um problema

Com o propósito de desenvolver um trabalho junto aos estudantes do 1º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Filhinho Portilho de Rio Verde-GO, a professor pesquisadora iniciou na manhã do dia 11 de agosto de 2025 apresentando-se aos estudantes, reafirmando a proposta do trabalho e destacando o quanto a participação deles seria importante. Ressaltou ainda que seus relatos e leituras teriam uma grande contribuição, pois na condição de estudantes e cidadãos representavam a própria razão de ser da pesquisa.

O tópico da sequência didática *Apresentação de um problema* visou apresentar como problema social o uso de agrotóxicos<sup>4</sup> no cultivo de morangos e seus impactos socioambientais. Num primeiro momento, foram projetados slides com os questionamentos: “*Vocês já consumiram morangos orgânicos?*” “*Sabem a diferença entre a produção convencional e a orgânica?*” Esses questionamentos buscaram provocar os estudantes, trazendo experiências pessoais, acionando conhecimentos prévios e fomentando um primeiro contato reflexivo com a temática.

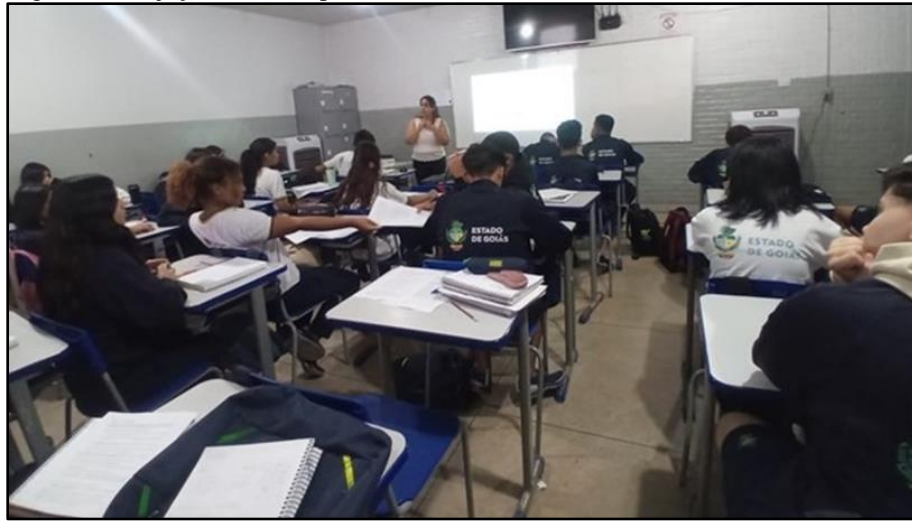
Foi projetado em slide (Figura 5) como texto *Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos: Impactos para a Saúde e o Meio Ambiente* (Quadro 7), que abordava os impactos do uso de agrotóxicos tanto na saúde quanto no meio ambiente. O texto destacava que o morango, por ser

---

<sup>4</sup> O termo agrotóxico é empregado nesta sequência didática por ser a denominação oficial prevista na legislação brasileira (Lei nº 7.802/1989, posteriormente atualizada pela Lei nº 14.785/2023), a qual regulamenta a produção, comercialização e uso desses produtos. A opção realizada ao termo reforça a precisão conceitual e a criticidade no tratamento do tema sob o enfoque CTS.

uma fruta sensível às pragas, demanda uso intenso de agrotóxicos, mas que, na prática, a quantidade aplicada ultrapassa os limites considerados sustentáveis. Os efeitos dessa prática afetam a saúde humana, provocando intoxicação, alterações hormonais, dores nas articulações, dores de cabeça e câncer, além de comprometer o solo, os lençóis freáticos e a biodiversidade. A prática recebe críticas de pesquisadores que defendem a produção orgânica como alternativa viável e necessária.

Figura 5 - Projeção de slides para os estudantes



Fonte: Autor (2025).

Quadro 7 - Texto sobre os morangos e o uso de agrotóxicos

**Os Morangos e o Uso de Agrotóxicos: Impactos para a Saúde e o Meio Ambiente**

Nos últimos anos, os morangos têm ganhado destaque em pesquisas sobre a presença de agrotóxicos nos alimentos consumidos no Brasil. De acordo com relatórios da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), essa fruta frequentemente aparece entre os produtos com maior quantidade de resíduos de pesticidas acima dos limites permitidos. Mas quais são as consequências desse uso excessivo para a saúde humana e o meio ambiente?

**Agrotóxicos nos Morangos: Um Problema Invisível:** O cultivo de morangos convencionais exige cuidados constantes, pois a planta é sensível a pragas e doenças. Para evitar perdas, muitos produtores utilizam defensivos agrícolas, que podem conter substâncias tóxicas. O problema surge quando esses produtos permanecem nos alimentos consumidos pela população. Estudos apontam que o consumo excessivo de agrotóxicos está relacionado a distúrbios hormonais, problemas neurológicos e, em casos mais graves, ao desenvolvimento de câncer. Além dos impactos na saúde, o uso indiscriminado de pesticidas afeta o solo e os recursos hídricos. Quando os agrotóxicos são aplicados, parte deles infiltra-se no solo, contaminando lençóis freáticos e prejudicando a biodiversidade local. Isso compromete o equilíbrio ecológico, afetando polinizadores como as abelhas, essenciais para a reprodução de diversas culturas agrícolas.

**Alternativas Sustentáveis: A Produção Orgânica:** Diante desses desafios, a produção orgânica de morangos surge como uma alternativa viável e sustentável. Nesse modelo, os produtores utilizam técnicas naturais de controle de pragas, como a rotação de culturas e o uso de predadores naturais. Além de minimizar os impactos ambientais, os morangos orgânicos são livres de resíduos químicos, promovendo uma alimentação mais saudável. Para os consumidores, a escolha entre morangos convencionais e orgânicos envolve não apenas uma preocupação com a saúde, mas também um compromisso com a preservação ambiental. Cada vez mais, mercados e feiras oferecem opções de produtos certificados, permitindo que a população tome decisões informadas sobre sua alimentação.

**Reflexão Final:** Diante dessas informações, fica o questionamento: como equilibrar a necessidade de produzir alimentos em larga escala com a preservação da saúde e do meio ambiente? Essa é uma questão que envolve não apenas agricultores e cientistas, mas também a sociedade como um todo. A conscientização e o incentivo a práticas agrícolas sustentáveis são passos fundamentais para garantir um futuro mais saudável e equilibrado para as próximas gerações.

Fonte: Autora, com base em Carneiro *et al.* (2015).

Colocou-se em evidência a produção orgânica como alternativa, defendida por meio de técnicas que buscam alcançar uma produção ambientalmente equilibrada, que preserve a qualidade de vida e reduza impactos sociais e ambientais. A contraposição entre produção convencional e orgânica foi importante para abrir espaço à problematização e ampliar as possibilidades de análise crítica entre os estudantes.

A busca pelo aumento da produtividade, orientada por interesses econômicos, foi discutida com os estudantes, destacando que esse processo, ao priorizar o faturamento, gera inúmeros prejuízos à sociedade como um todo, sem considerar devidamente o desgaste da saúde e do ambiente. Essa discussão evidenciou que a lógica da produção convencional desconsidera custos invisíveis, como a perda da biodiversidade, a contaminação de ecossistemas e os efeitos acumulativos nos seres humanos.

Após a leitura, os alunos foram organizados em grupos para discutir sobre o texto. Diante da questão “*Qual foi a informação mais impactante que vocês viram no texto?*” obtivemos as seguintes respostas:

- Grupo A: Que o agronegócio pode ajudar e também prejudicar dependendo da dose.
- Grupo B: Diferença entre produção convencional, com uso de agrotóxicos, e a orgânica, com uso de esterco e água.
- Grupo C: Os prejuízos à saúde que o agrotóxico pode causar e ao meio ambiente.
- Grupo D: A conscientização das pessoas sobre os riscos do uso excessivo de agrotóxico.
- Grupo E: Que nos alimentos há quantidade absurda de agrotóxicos.

Essas manifestações evidenciam que os estudantes passaram a reconhecer a complexidade das decisões relacionadas à produção e ao consumo de alimentos, compreendendo que tais escolhas extrapolam critérios exclusivamente econômicos. Nesse sentido, as reflexões dos alunos dialogam com o que afirmam Santos e Mortimer (2002), ao defenderem que é por meio da discussão de valores que se contribui para a formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. Para os autores, as decisões cotidianas envolvendo produtos químicos deveriam considerar não apenas sua eficiência, mas também seus efeitos sobre a saúde, o meio ambiente, o valor econômico e as implicações éticas relacionadas aos processos de produção, comercialização e descarte.

Em seguida, os estudantes responderam às perguntas: Como podemos garantir uma alimentação saudável sem prejudicar a produtividade agrícola? e Vocês acham que a Matemática pode ajudar a resolver esse problema? De que forma? As respostas foram variadas:

- Aluno A1: Usar pouco agrotóxico nas frutas, quantidade certa.
- Aluno B2: Focando na produção orgânica.
- Aluno C1: Por meio de uma agricultura mais sustentável, sem necessidade de químicos e com melhor organização.
- Aluno D1: Sustentabilidade na agricultura sem uso de agrotóxicos.
- Aluno E1: Tendo uma consciência de sustentabilidade. Sim, a Matemática serve para calcular medidas.

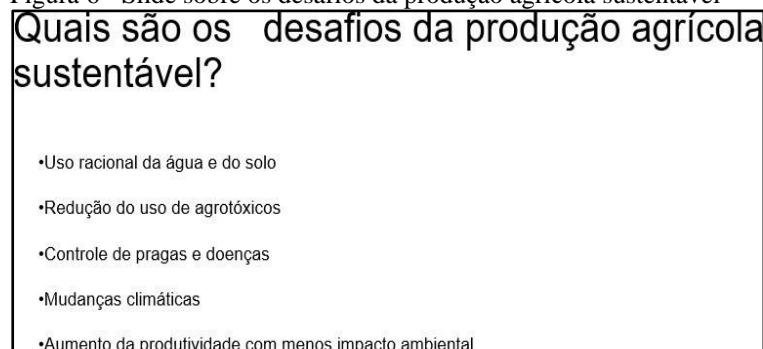
Essas respostas indicam que os estudantes passaram a compreender a produção de alimentos como um processo que envolve escolhas técnicas, organizacionais e éticas, reconhecendo que tais decisões impactam diretamente o meio ambiente e a saúde humana. Nesse sentido, as falas dos alunos dialogam com a reflexão proposta por Bazzo *et al.* (2003), ao discutirem o papel da técnica na transformação do meio e na adaptação da espécie humana às diferentes condições ambientais. Segundo os autores:

A técnica tem permitido a transformação do meio onde os humanos vêm desenvolvendo sua vida, uma vez que eles próprios têm provocado a sua transformação. Isto porque a vida humana, diferentemente da dos demais animais, não está determinada e limitada pelas condições ambientais às quais cada espécie tem se adaptado. Parece ser próprio da espécie humana a contínua adaptação a qualquer condição ambiental mediante a construção técnica de artefatos e produtos que permitem que sua vida seja possível em todos os lugares do planeta, e inclusive fora dele (Bazzo *et al.* 2003, p. 149).

A articulação entre as respostas dos estudantes e a reflexão teórica evidencia que a Matemática, ao ser compreendida como ferramenta técnica de organização, cálculo e tomada de decisão, assume um papel fundamental na mediação entre produtividade agrícola e sustentabilidade. Dessa forma, a discussão possibilitou aos alunos perceberem que as soluções para os desafios da produção de alimentos não dependem apenas do aumento da produtividade, mas da adoção consciente de técnicas e modelos que considerem os limites ambientais e os impactos sociais envolvidos.

As respostas dos estudantes dialogaram diretamente com os desafios da produção agrícola sustentável destacados no primeiro slide (Figura 6), como a necessidade de reduzir o uso de agrotóxicos (A1 e D1) e de apostar em formas de cultivo mais orgânicas e sustentáveis (B2 e C1). Também houve menção à consciência de sustentabilidade (E1), embora de modo ainda genérico. Essas falas revelam que os alunos já apresentam certo pensamento crítico sobre a temática, reconhecendo que o uso de químicos está associado à produtividade agrícola, mas ainda sem clareza dos riscos e impactos ambientais, sociais e à saúde.

Figura 6 - Slide sobre os desafios da produção agrícola sustentável



Fonte: Autora (2025).

No segundo slide (Figura 7), a professora pesquisadora introduziu a importância da modelagem matemática na agricultura, destacando sua função no planejamento e na tomada de decisão. Essa ideia apareceu timidamente na fala do estudante E1, que relacionou a Matemática apenas ao cálculo de medidas. Tal percepção, embora limitada, abre espaço para ampliar a discussão sobre como os modelos matemáticos podem ser aplicados na prática: prever cenários

de produtividade, calcular o consumo racional de água e insumos, simular o impacto da redução de agrotóxicos e até projetar economicamente diferentes formas de cultivo.

Figura 7 - Slide sobre a importância da modelagem matemática na agricultura

## Qual à importância da modelagem matemática na agricultura.

- Melhora a **eficiência da produção**
- Reduz o **desperdício de recursos naturais**
- Aumenta a **sustentabilidade das lavouras**
- Ajuda o produtor a **tomar decisões com base em dados**

A modelagem matemática é uma aliada poderosa para enfrentar os desafios da agricultura sustentável.

**"Com dados e equações, ajudamos a cuidar da terra e alimentar o futuro."**

Fonte: Autora (2025).

Ao ampliar essa discussão, buscou-se evidenciar aos estudantes que a Matemática não atua de forma isolada, mas em constante interação com a ciência, a tecnologia e a sociedade. Essa compreensão está alinhada com o que defende Pinheiro (2005), ao afirmar que:

Nesse envolvimento, possibilita-se ao aluno compreender os efeitos da matemática na sociedade e a influência da sociedade no desenvolvimento de novos aportes matemáticos; os efeitos da tecnologia na sociedade e a sua dependência do conhecimento matemático; o impacto da ciência matemática no desenvolvimento tecnológico e o impacto da tecnologia em novas descobertas matemáticas. Isso implica que o processo ensino-aprendizagem exige que se assumam uma postura diferente por parte dos seus envolvidos, pois, para se evidenciar as inter-relações entre esses aspectos, devem ser considerados os fatores sociais, econômicos e históricos com os quais o conhecimento em questão está vinculado (Pinheiro, 2005, p. 225).

Nesse sentido, a apresentação do slide e as discussões subsequentes contribuíram para deslocar a percepção dos estudantes de uma Matemática restrita a procedimentos operacionais para uma compreensão mais ampla, na qual os modelos matemáticos são entendidos como ferramentas de análise, planejamento e tomada de decisão em contextos reais. Tal movimento evidencia a potencialidade do enfoque CTS articulado à modelagem matemática para promover uma aprendizagem que considera, de forma integrada, os aspectos sociais, econômicos e ambientais envolvidos na produção agrícola.

A análise, portanto, mostra que os alunos trazem noções iniciais de sustentabilidade, mas ainda não compreendem a complexidade do problema nem o papel mais amplo da Matemática nesse contexto. Nesse sentido, a sequência pode ser aprofundada com exemplos concretos de impactos do uso de agrotóxicos no solo, na água e na saúde, bem como com atividades de

modelagem matemática que utilizem dados reais para simulações de cenários produtivos. Esse movimento fortalece o enfoque CTS, permitindo que os estudantes percebam a relação entre ciência, tecnologia e sociedade e desenvolvam maior criticidade diante das tensões entre produtividade, saúde e preservação ambiental.

Dando sequência à proposta didática, foi aplicado o questionário inicial (Apêndice A), com o objetivo de observar os conhecimentos prévios dos alunos sobre agricultura, meio ambiente e Matemática. O instrumento também buscou destacar a visão pessoal dos estudantes sobre o tema Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau. O questionário inicial foi aplicado de forma individualizada, logo após a apresentação do problema, com a intenção de no futuro compará-lo ao questionário final e analisar se houve avanços.

As respostas chamaram atenção para alguns pontos. Quando questionados sobre as vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos, ficou evidente um nível considerável de desconhecimento e incertezas. Muitos afirmaram que, apesar dos riscos, os agrotóxicos seriam um mal necessário para evitar pragas e acelerar o crescimento dos alimentos, sem refletirem sobre a dosagem ou sobre alternativas de cultivo.

Na questão 1, sobre ter ouvido falar em produção orgânica, no total de 28 estudantes apenas um (1) respondeu que sim, o que significa que a maioria dos estudantes não tem contato com a ideia. Na questão 3, sobre os efeitos dos agrotóxicos na saúde, apenas 10 estudantes, cerca de 35 por cento, responderam afirmativamente, revelando que 65% não tinham certeza sobre os efeitos tóxicos. Já na questão 4, sobre agricultura sustentável, apenas 4 responderam positivamente, mostrando que uma parcela significativa dos estudantes não tinha clareza sobre o conceito.

Esses dados apontaram para a necessidade de ações educativas permanentes, uma vez que, mesmo em temas de grande relevância como alimentação e saúde, o conhecimento dos estudantes se mostrou fragmentado e muitas vezes vago. Essa constatação levou a professora pesquisadora a realizar um primeiro ajuste na intervenção pedagógica, fornecendo uma base científica mais ampla para apoiar as discussões.

Essa percepção é essencial dentro da perspectiva CTS, pois a alfabetização científica deve estar ligada à capacidade do estudante de tomar decisões responsáveis em questões científicas e tecnológicas (Santos; Schnetzler, 2003). Nesse sentido, o modelo metodológico proposto por Aikenhead (1994) mostra-se pertinente, já que orienta a análise de múltiplos pontos de vista e incentiva o pensamento crítico frente aos impactos sociais e ambientais do uso de agrotóxicos.

No primeiro momento da sequência didática, portanto, ficou claro que os alunos não compreendiam em profundidade os impactos do uso de agrotóxicos. Alguns conceitos apareciam de forma solta e pouco conectada, o que exigiu intervenções para preencher lacunas conceituais. Por outro lado, a leitura e o diálogo, despertaram interesse e motivação, justamente porque revelaram aos estudantes danos que eles desconheciam. Esse envolvimento inicial foi decisivo para a continuidade da sequência didática.

Acerca disso, Aikenhead (1996, p. 40) afirma que:

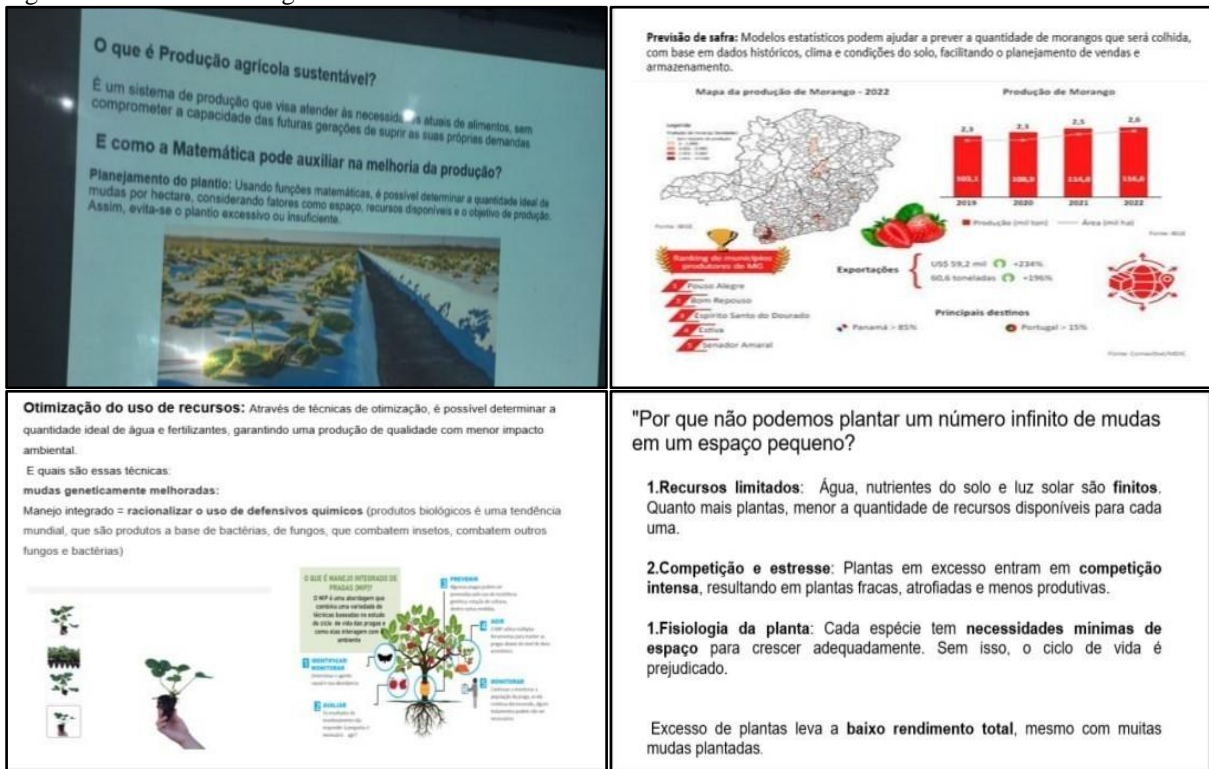
[...] a aprendizagem dentro de uma perspectiva CTS frequentemente requer uma mudança conceitual, pois os estudantes precisam reavaliar suas concepções prévias sobre ciência e tecnologia à luz de contextos sociocientíficos. Esse processo pode envolver tanto a assimilação de novos conceitos quanto a reconstrução mais profunda de entendimentos anteriores, caracterizando um processo de acomodação.

A análise do questionário inicial e das discussões revelou que os estudantes apresentavam conhecimentos fragmentados sobre o uso de agrotóxicos, a produção orgânica e o papel da Matemática nesse contexto. Embora algumas noções de sustentabilidade estivessem presentes, predominava a ideia de que os agrotóxicos seriam inevitáveis para garantir produtividade. A problematização inicial despertou interesse e favoreceu a revisão de concepções prévias, criando condições para que a Matemática passasse a ser compreendida como uma ferramenta de análise e tomada de decisão em situações reais, fortalecendo a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade.

## **5.2 Contextualização científica e tecnológica**

No dia 12 de agosto de 2025, a professora-pesquisadora retornou à sala de aula com o objetivo de aprofundar a compreensão dos estudantes acerca da temática da agricultura sustentável, estabelecendo conexões diretas com a Matemática. Foram discutidos elementos fundamentais desse processo, tais como a quantidade de água necessária, a intensidade da luz solar, o espaçamento adequado entre plantas e o uso de fertilizantes. A condução da atividade ocorreu por meio da utilização de slides (Figura 8), recurso que favoreceu a visualização dos conteúdos e estimulou a participação ativa dos discentes.

Figura 8 - Slides sobre a agricultura sustentável

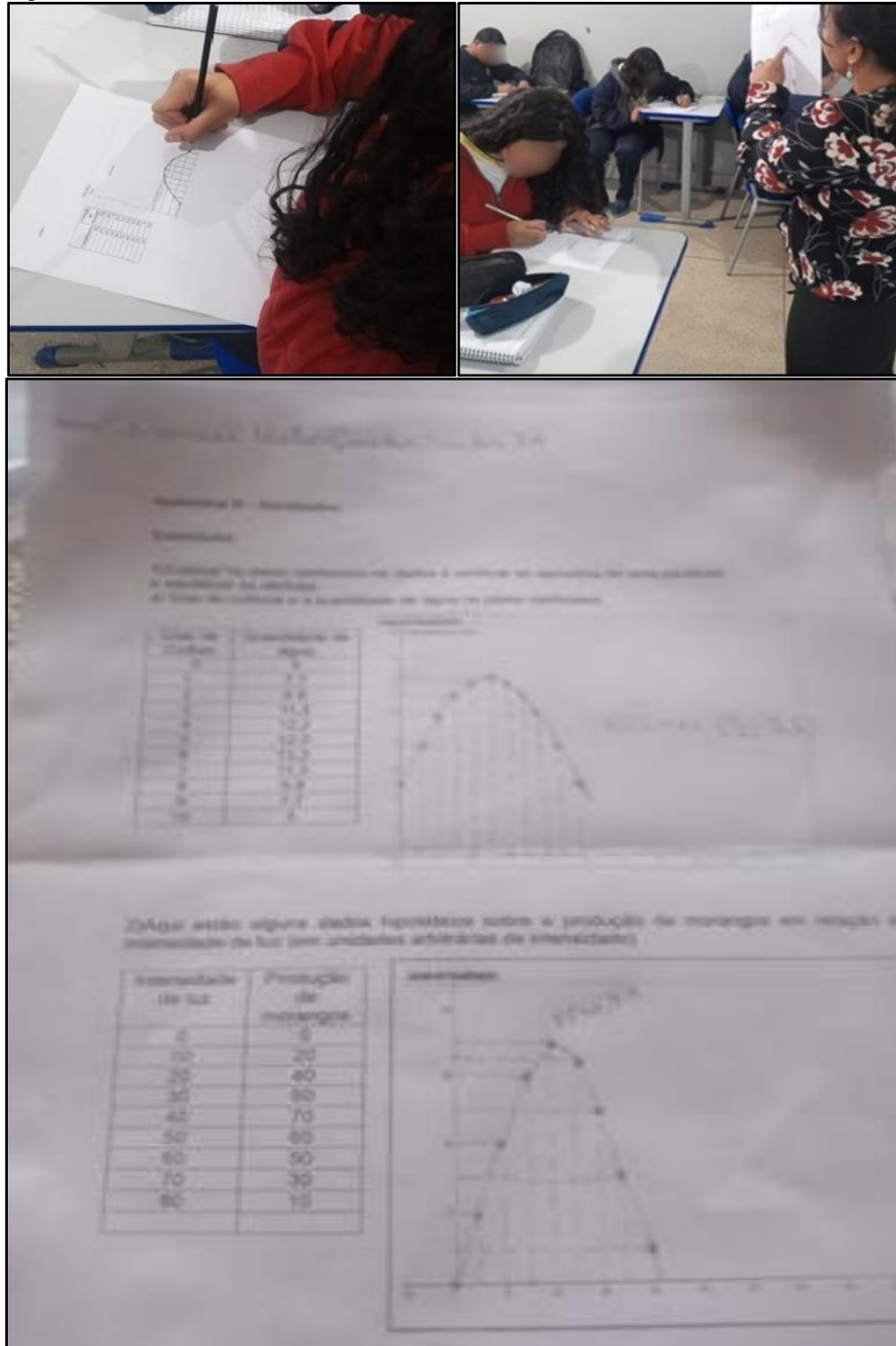


Fonte: Autora (2025).

Os estudantes demonstraram elevado interesse e engajamento ao longo das discussões, contribuindo com questionamentos pertinentes e reflexões críticas. Essa abordagem favoreceu a construção de um olhar mais consciente sobre os desafios da agricultura sustentável e evidenciou a Matemática como uma ferramenta fundamental para a análise e a melhoria dos processos produtivos. Nessa perspectiva, a compreensão do papel da técnica e do conhecimento científico mostrou-se central, uma vez que a intervenção pedagógica possibilitou aos alunos perceberem como as transformações promovidas pela ação humana no meio ambiente estão diretamente relacionadas ao uso de artefatos, tecnologias e modelos matemáticos, os quais mediam a adaptação da sociedade às diferentes condições ambientais, conforme discutem Bazzo et al. (2003). Assim, reforçou-se a importância do conhecimento científico para subsidiar práticas e decisões mais responsáveis no contexto socioambiental.

Na sequência, foi proposta uma atividade prática, na qual os alunos receberam uma folha A4 contendo uma tabela com dados de espaçamento e produção de morangos e, a partir dessas informações, representaram graficamente os pontos em um plano cartesiano (Figura 9).

Figura 9 - Estudantes resolvendo atividades



Fonte: Autora (2025).

Ao conectarem os pontos, identificaram a formação de uma parábola, o que possibilitou discutir aspectos da função quadrática, tais como concavidade, vértice e interseções com o eixo  $x$  (raízes  $x'$  e  $x''$ ). Por fim, realizou-se uma roda de conversa, na qual os estudantes relataram não possuírem conhecimento prévio sobre agricultura sustentável e reconheceram, a partir da experiência, a pertinência do estudo da função quadrática, compreendendo sua aplicabilidade em situações reais do cotidiano agrícola.

Bazzo *et al.* (2003, p. 149) colocam que:

A educação CTS, além de compreender os aspectos organizativos e de conteúdo curricular, deve alcançar também os aspectos próprios da didática. Para começar, é importante entender que o objetivo geral do professor é a promoção de uma atitude criativa, crítica e ilustrada, na perspectiva de construir coletivamente a aula e em geral os espaços de aprendizagem. Em tal “construção coletiva” trata-se, mais que manejar informações, de articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados, nesse caso relacionados com as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico.

A partir dessa concepção, observa-se que a proposta desenvolvida em sala buscou justamente articular o conhecimento matemático com uma problematização atual, a agricultura sustentável. Por meio da análise de dados reais sobre espaçamento e produção de morangos, os estudantes puderam representar graficamente as informações e identificar uma função quadrática, compreendendo elementos como concavidade, vértice e raízes. O processo de construção coletiva, mediado pela professora, favoreceu a troca de argumentos e reflexões críticas, na medida em que os alunos passaram a enxergar a Matemática como ferramenta de compreensão e intervenção em questões sociais relevantes.

Segundo Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 151-152):

É necessário ultrapassar a meta de uma aprendizagem apenas de conceitos e de teorias, relacionadas com conteúdo abstratos e neutros, para um ensino mais cultural que proporcione uma melhor compreensão, apreciação e aplicação da ciência e da tecnologia, levando-se em conta as questões sociais e, entendendo, que tanto a ciência, quanto a tecnologia são resultados do saber humano e que, portanto, estarão sempre presentes na nossa vida.

Dessa forma, ao estudarem a função do 2º grau em um contexto concreto e significativo, os estudantes assimilaram os conceitos de maneira mais profunda e crítica. A Matemática deixou de ser percebida como um conteúdo abstrato e distante para se tornar um recurso de conscientização e análise da realidade, em consonância com o que defende o enfoque CTS.

### **5.3 Atividade investigativa e Modelagem Matemática**

No dia 13 de agosto de 2025, deu-se continuidade à sequência didática sobre investigação prática e modelagem matemática, com o intuito de levar os estudantes a compreenderem a relação entre o número de plantas por metro quadrado e a produtividade de morangos. A professora pesquisadora explicou que o objetivo desta etapa era identificar a equação da função quadrática que melhor representasse a relação entre espaçamento e produção.

Nesse momento, foi proposta a problematização: “*Como organizar um canteiro de morangos de modo a maximizar a produção sem desperdício de espaço e insumos?*”. A discussão envolveu a importância do espaçamento no plantio para garantir tanto a produtividade quanto a sustentabilidade, destacando os principais fatores que influenciam a produção agrícola e como a Matemática pode ser utilizada para modelar essa situação.

A conversa abrangeu ainda os diferentes tipos de canteiros, como o cultivo direto no solo e o cultivo suspenso, enfatizando que o espaçamento adequado entre as mudas é determinante para o bom desenvolvimento das plantas. Quando o plantio ocorre com as mudas muito próximas, há competição excessiva por nutrientes, comprometendo o crescimento. Por outro lado, quando o espaçamento é excessivo, a produção também é prejudicada, uma vez que o aparecimento de ervas daninhas se torna mais frequente. Assim, reforçou-se a necessidade de um espaçamento ideal como condição para equilibrar o desenvolvimento saudável das plantas e a produtividade.

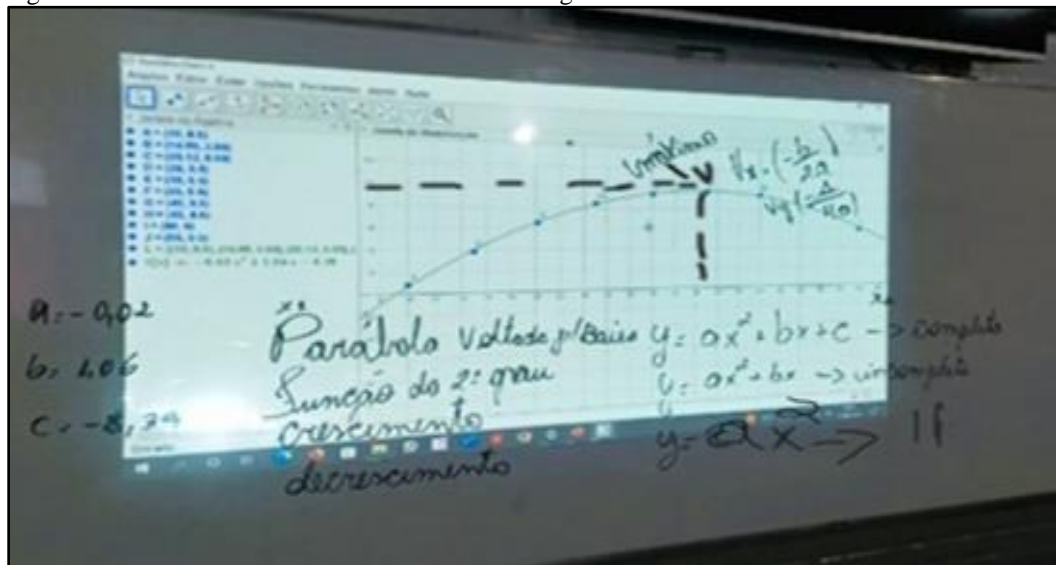
Para apoiar a mediação da aula, utilizou-se uma sequência de slides que orientaram a discussão sobre o espaçamento no cultivo de morangos e sua modelagem matemática. Os referidos slides encontram-se reunidos no Apêndice F, a fim de documentar os materiais empregados no processo.

No segundo momento, os estudantes receberam uma tabela contendo os dados referentes ao espaçamento e à respectiva produtividade. A partir dessas informações, representaram os pontos no plano cartesiano e, ao conectá-los, observaram que a curva obtida se aproximava de uma parábola. Nesse contexto, foi possível identificar o ponto máximo da função, favorecendo a discussão sobre o comportamento da produção em função da variação do espaçamento.

Em seguida, utilizou-se o software GeoGebra para inserir os pares ordenados e determinar a equação da função quadrática no formato  $y = ax^2 + bx + c$ . A atividade possibilitou identificar os coeficientes  $a$ ,  $b$  e  $c$  e analisar a interpretação de cada um no gráfico: o coeficiente  $a$  indicando a concavidade da parábola, o coeficiente  $b$  relacionado à inclinação da curva e o coeficiente  $c$  representando a interseção com o eixo das ordenadas.

Foram explorados também o vértice  $(x,y)$ , as raízes  $x'x''$ , correspondentes aos pontos de interseção com o eixo das abscissas, bem como os intervalos de crescimento e decréscimo da função. A Figura 10 apresenta a atividade sendo realizada.

Figura 10 - Atividade realizada com o software Geogebra



Fonte: Autora (2025).

Discutiu-se que, quando  $a < 0$ , a parábola se apresenta voltada para baixo, caracterizando a existência de um ponto máximo, e quando  $a > 0$ , a parábola é voltada para cima, indicando a presença de um ponto mínimo. Além disso, analisou-se o termo independente  $c$ , que determina a passagem da parábola pelo eixo  $y$ , e foram distinguidas as funções quadráticas completas e incompletas. Para consolidar o estudo, apresentou-se a Fórmula de Bhaskara como recurso para o cálculo das raízes da equação.

Bassanezi (2011, p. 16) afirma que “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Nessa perspectiva, a Matemática se apresenta como um saber socializante, capaz de decifrar questionamentos construídos em seu tempo e de possibilitar ao estudante uma leitura crítica da realidade.

De acordo com Biembengut e Hein (2013, p. 18):

[...] a modelagem no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio da pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico.

Nesse sentido, a modelagem se torna não apenas um recurso metodológico, mas também uma estratégia pedagógica que integra o aprender Matemática ao investigar problemas concretos e contextualizados.

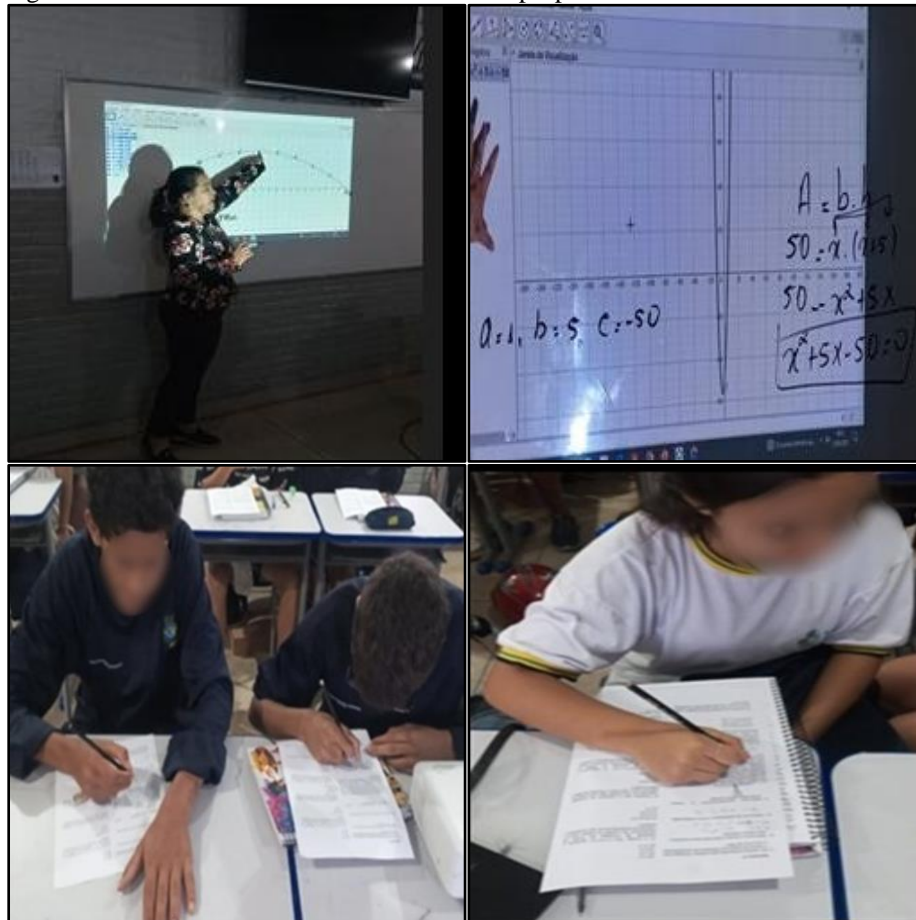
A modelagem, portanto, deve ser compreendida pelo estudante como a possibilidade de construir respostas voltadas à solução de problemas vivenciados no cotidiano. Seu uso e sua compreensão revelam a necessidade de ampliar as capacidades cognitivas, favorecendo uma aprendizagem que se ancora em situações reais e que estimula a formação de sujeitos críticos e participativos.

Após a explanação, os alunos receberam atividades impressas, reunidas na Lista do Apêndice C, as quais estavam contextualizadas na produção de morangos. Nessas atividades, deveriam identificar a produção máxima e o espaçamento ideal entre plantas por metro quadrado, calcular a área de um canteiro destinado ao cultivo, traçar o gráfico da função quadrática correspondente e discutir o intervalo em que a produção se mantém positiva.

Entretanto, observou-se que, inicialmente, os estudantes não demonstraram interesse em resolver as tarefas propostas. Essa resistência esteve relacionada, sobretudo, às dificuldades de interpretação dos enunciados, o que resultou em insegurança e desmotivação diante da atividade. Diante dessa situação, a professora interveio utilizando o quadro e o software GeoGebra como recurso mediador, conduzindo a resolução de forma gradual e dialogada.

À medida que os procedimentos foram sendo explicitados passo a passo, os alunos começaram a compreender a lógica da atividade e a reconhecer as relações entre os cálculos e o contexto apresentado. Esse movimento favoreceu o engajamento progressivo da turma, que, ao se sentir mais confiante, passou a demonstrar maior interesse na realização das tarefas propostas. A Figura 11 apresenta os estudantes resolvendo as atividades propostas.

Figura 11 - Estudantes resolvendo as atividades propostas



Fonte: Autora (2025).

Pelli (2014) defende o uso do GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem como uma ferramenta de construção do conhecimento matemático, capaz de potencializar a exploração e a compreensão de conceitos. Nesse mesmo sentido, Silva (2016, p. 60-61) afirma que o software “o software passa a ser um ambiente capaz de permitir ao aluno a simulação de construções geométricas e gráficas eficazes e interativas, fazendo do programa uma excelente ferramenta de aprendizagem [...]”.

Entretanto, é importante destacar que o uso do GeoGebra, embora apresente inúmeras possibilidades, não deve ser compreendido como solução imediata para os desafios históricos da educação matemática. Trata-se, de fato, de um recurso valioso, mas, como toda boa ferramenta, sua efetividade está diretamente relacionada ao propósito pedagógico que orienta sua utilização, bem como à atuação de um profissional preparado e capaz de conduzir o processo de forma intencional e crítica.

#### 5.4 Reflexão sociotécnica e tomada de decisão

No dia 14 de agosto, a sequência didática foi retomada com foco nos impactos sociais, econômicos e ambientais da produção agrícola, ressaltando a importância da otimização de recursos e da modelagem matemática na tomada de decisões. Para embasar a discussão, os alunos realizaram a leitura dos textos Impacto do agrotóxico no solo e lençóis freáticos, Efeitos na saúde humana decorrentes do consumo de alimentos contaminados e Desafios da produção orgânica e custos associados, que estão disponíveis no Apêndice D. Após cada leitura, estabeleceu-se um diálogo acerca dos conteúdos, no qual os estudantes destacaram as consequências do uso de agrotóxicos no solo, os riscos à saúde humana e as dificuldades enfrentadas pelos pequenos agricultores para obtenção de certificações, especialmente diante dos custos elevados com manejo. A problematização central desse momento foi sintetizada na questão: “*Quais são os principais desafios enfrentados pelos pequenos produtores na adoção de práticas sustentáveis?*”.

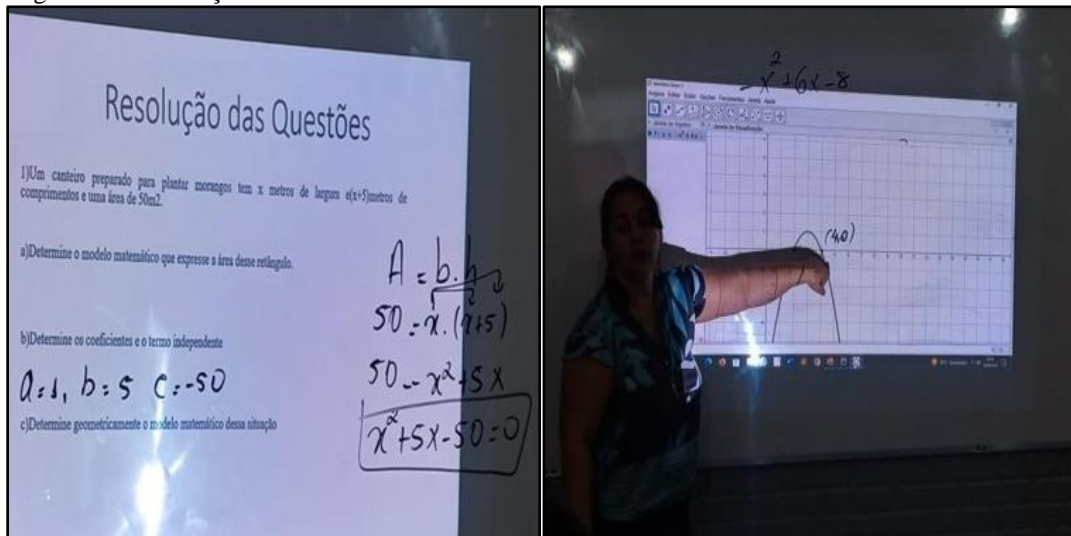
As respostas evidenciaram a percepção crítica dos estudantes: A1 mencionou a falta de recursos, B1 destacou a necessidade de certificação, C1 apontou a resistência a mudanças tradicionais e D1 ressaltou a maior demanda de mão de obra quando não se utilizam produtos químicos. Na sequência, foi discutida a questão “*Como a Matemática pode ajudar a maximizar a produtividade minimizando custos e impactos ambientais?*”. As respostas contemplaram diferentes dimensões: A2 relacionou a Matemática ao cálculo da quantidade exata de insumos, evitando desperdícios; B2 ressaltou a identificação do melhor momento para plantio e colheita; C2 mencionou a previsão de impactos ambientais decorrentes de atividades industriais; D2 destacou o planejamento da safra; e E2 enfatizou a necessidade de controlar o uso excessivo de agrotóxicos.

Por fim, foi lançada a questão “*Quais seriam os benefícios de um planejamento matemático na agricultura?*”, cujas respostas reforçaram a pertinência da temática: B3 apontou a melhoria na gestão, C3 destacou o aumento da eficiência e D3 enfatizou a redução de desperdícios, bem como a promoção de uma agricultura mais sustentável e rentável.

Essas discussões introduziram o debate sobre o papel da modelagem matemática na agricultura sustentável, destacando que ela permite prever o comportamento de sistemas agrícolas e auxilia diretamente nas tomadas de decisão. Para consolidar a reflexão, foi entregue a Lista de atividades (Apêndice E), contextualizada no plantio do morango. Apesar do esforço inicial, os alunos encontraram dificuldades em estruturar a equação necessária para subsidiar decisões viáveis dentro do contexto da função quadrática. Diante disso, a professora interveio

no quadro, conduzindo coletivamente a resolução das atividades (Figura 12), o que possibilitou avançar na compreensão e ampliar o engajamento da turma.

Figura 12 - Resolução das atividades

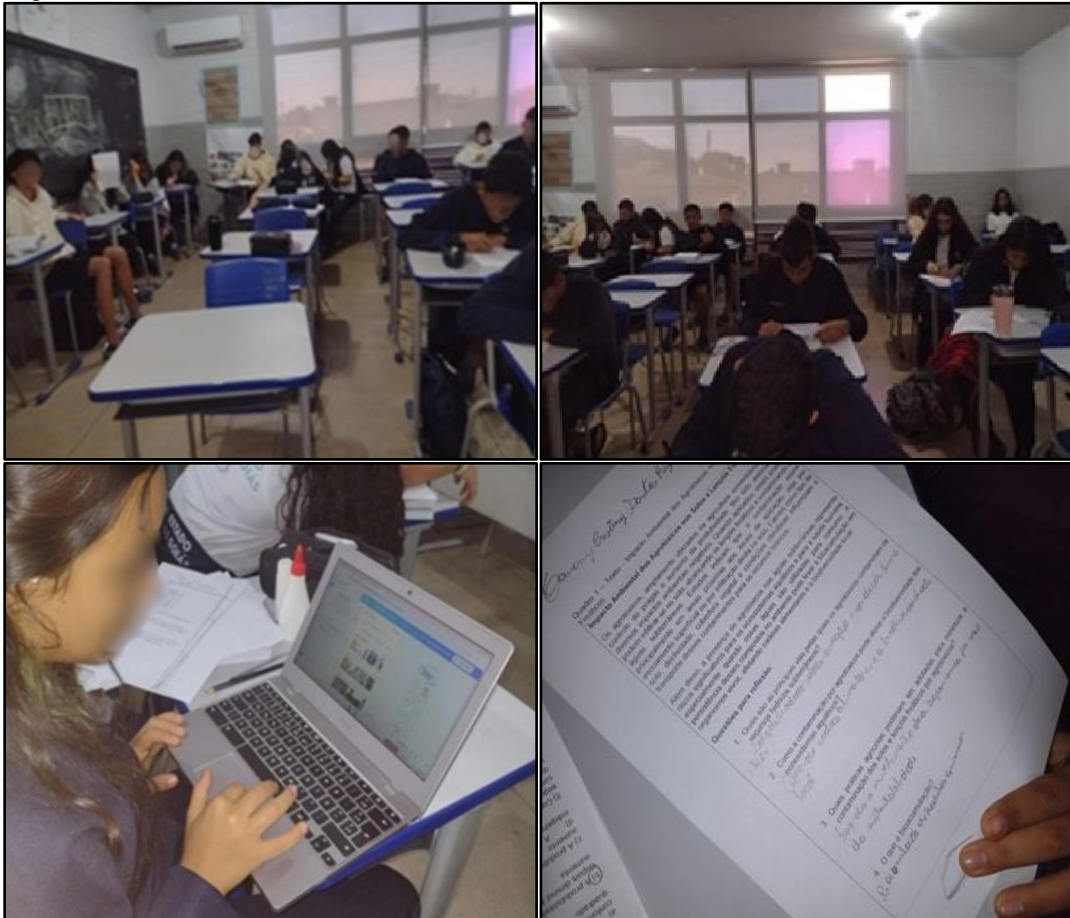


Fonte: Autora (2025).

Por último, os alunos receberam um texto contendo uma situação-problema relacionada ao uso frequente do fungicida *Carbendazim*, um agrotóxico amplamente empregado no combate a fungos nas lavouras (Texto disponível no Apêndice G). Embora eficaz no controle de pragas, esse produto apresenta riscos, pois pode deixar resíduos nos alimentos e contribuir para a contaminação do solo e dos recursos hídricos. Estudos indicam que o uso crescente do *Carbendazim* pode gerar um aumento não linear na contaminação ambiental, afetando diretamente não apenas a qualidade do solo, mas também a saúde dos produtores e das comunidades próximas.

Como atividade de fechamento, os estudantes foram desafiados a elaborar um infográfico a partir da função  $y = 4x^2 + 1$ , relacionando sua representação matemática aos efeitos ambientais e sociais do uso do fungicida *Carbendazim*, bem como às possíveis soluções para mitigar os impactos dessa substância química (Figura 13). A atividade buscou integrar a compreensão matemática com a análise crítica da realidade, incentivando os alunos a articular dados, interpretações gráficas e reflexões socioambientais em um produto visual. Esse momento evidenciou o protagonismo discente, uma vez que, ao produzirem o infográfico, mobilizaram tanto os conceitos matemáticos quanto a consciência crítica necessária para pensar alternativas sustentáveis no contexto agrícola.

Figura 13 - Estudantes realizando a atividade



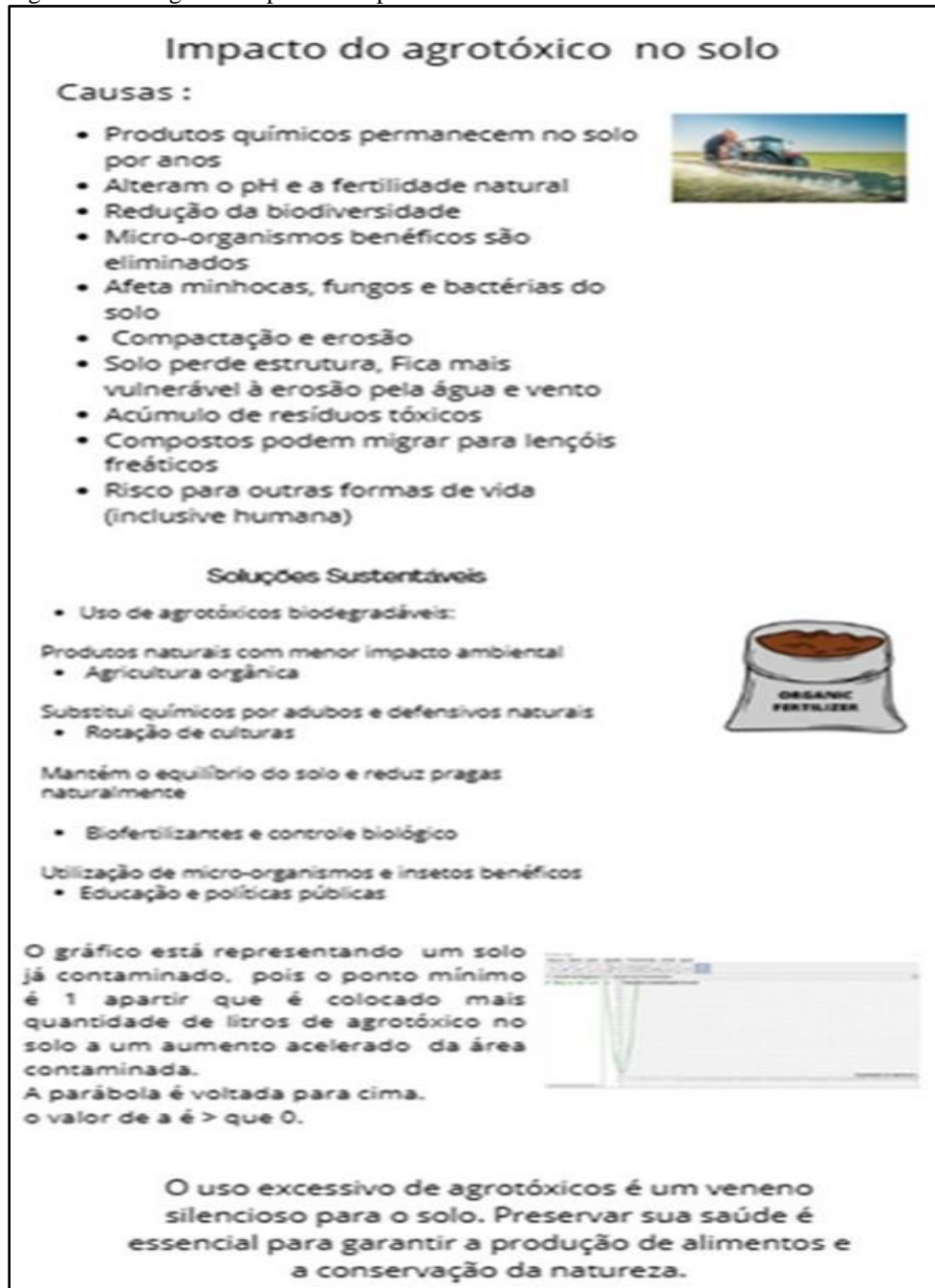
Fonte: Autora (2025).

Ao final da sequência didática, os estudantes responderam novamente ao teste diagnóstico, agora na forma de pós-teste. Foi possível perceber uma melhora significativa nas respostas, tanto em relação ao tema dos agrotóxicos quanto no domínio dos saberes matemáticos, especialmente no que diz respeito à função quadrática. Para encerrar a atividade, realizou-se uma confraternização em que foram oferecidos picolés de morango, gesto que agradou aos alunos e fortaleceu o clima de integração. Nesse momento, de forma espontânea e solícita, os estudantes apresentaram os infográficos por eles produzidos. Salienta-se que a análise do pré e do pós-testes serão apresentadas mais adiante.

A análise dos infográficos revelou a evolução na leitura e compreensão dos discentes sobre a temática, evidenciando percepções que não estavam presentes no início do trabalho. Além da conscientização despertada acerca dos impactos ambientais e sociais do uso de agrotóxicos, observou-se que os conceitos matemáticos trabalhados se tornaram mais claros e acessíveis, demonstrando a efetividade da proposta didática em articular saberes científicos, sociais e matemáticos sob a perspectiva CTS.

O *infográfico 1* produzido pelos estudantes sobre o impacto do agrotóxico no solo (Figura 14) evidencia uma articulação clara entre o conhecimento científico, a dimensão social e a compreensão ambiental. A estrutura do material contempla tanto a descrição das causas do problema quanto a proposição de soluções sustentáveis, revelando que os alunos conseguiram compreender o caráter complexo da questão.

Figura 14 - Infográfico 1 produzido pelos estudantes



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

Segundo Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 155):

O enfoque CTS inserido nos currículos é um impulsionador inicial para estimular o aluno a refletir sobre as inúmeras possibilidades de leitura acerca da tríade: ciência, tecnologia e sociedade, com a expectativa de que ele possa vir a assumir postura questionadora e crítica num futuro próximo. Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas também extramuros.

O texto apresentado no *infográfico* 1 traz os efeitos químicos e biológicos do uso de agrotóxicos, mencionando alterações no pH do solo, redução da biodiversidade e eliminação de microrganismos benéficos. Além disso, o recurso gráfico, representando a função quadrática, evidencia a tentativa de matematizar o problema, mostrando como o aumento da quantidade de agrotóxicos implica em crescimento acelerado da área contaminada. Esse movimento demonstra a apropriação da modelagem matemática como ferramenta explicativa da realidade, conforme defendem Bassanezi (2011) e Biembengut e Hein (2013).

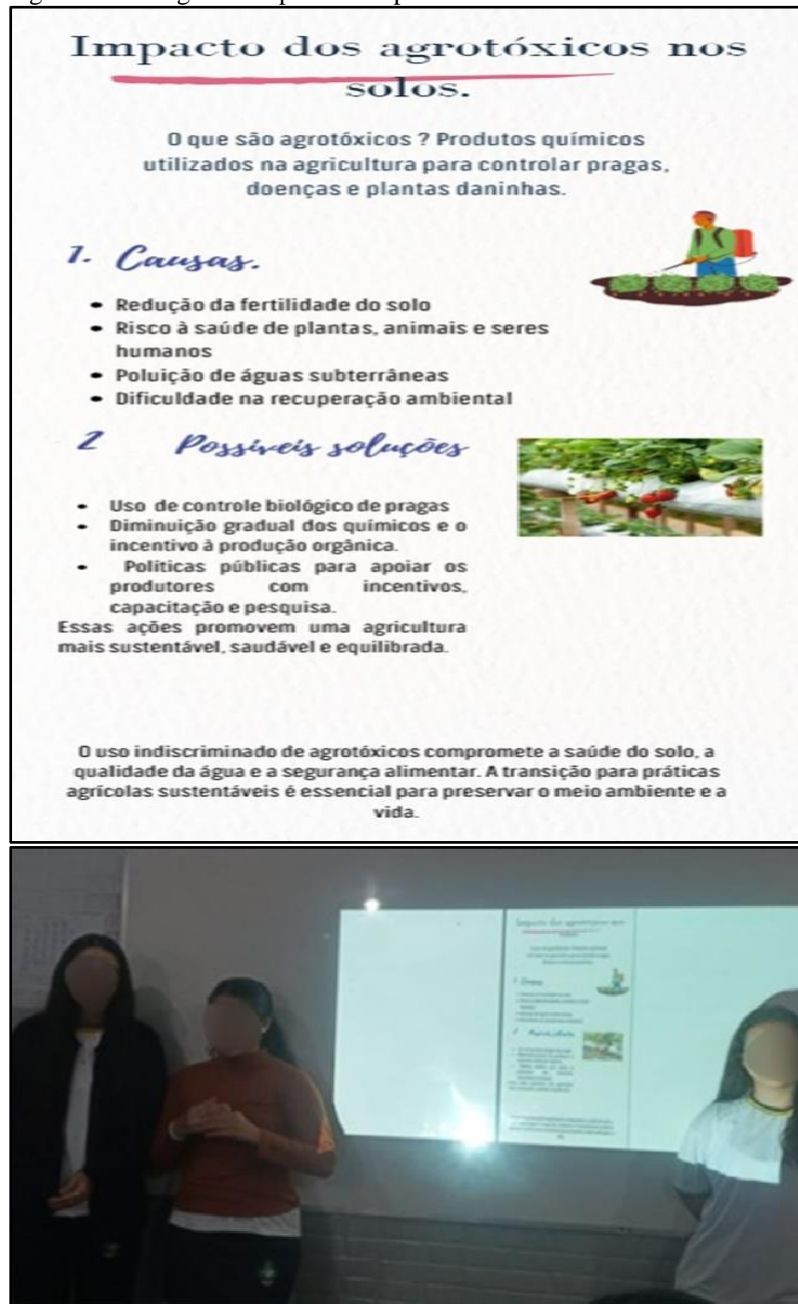
A inserção de soluções, como o uso de biofertilizantes, controle biológico, rotação de culturas e emprego de defensivos naturais, mostra que os estudantes reconheceram a existência de alternativas tecnológicas viáveis para reduzir os impactos do uso de agrotóxicos. Esse aspecto reforça a compreensão de que a ciência e a tecnologia não devem ser vistas apenas como causadoras de problemas, mas também como instrumentos para construir caminhos sustentáveis.

O material evidencia sensibilidade social ao destacar riscos para a saúde humana e para a conservação ambiental. A frase final “*O uso excessivo de agrotóxicos é um veneno silencioso para o solo. Preservar sua saúde é essencial para garantir a produção de alimentos e a conservação da natureza*” revela uma postura crítica e engajada, evidenciando que os estudantes compreenderam o problema não apenas como uma questão técnica, mas também como um desafio ético e social.

A produção dos estudantes vai ao encontro do que Bazzo *et al.* (2003) apontam como central no enfoque CTS: a promoção de uma atitude crítica e criativa diante de problemas compartilhados pela sociedade. O *infográfico* extrapola a simples transmissão de informações, constituindo-se em um produto educativo que integra conceitos científicos, reflexão social e proposta de ação.

O *infográfico* 2 “Impacto dos agrotóxicos nos solos” (Figura 15) apresenta uma organização clara, com a definição inicial do que são agrotóxicos, a exposição de suas causas e a proposição de possíveis soluções. Essa estrutura demonstra que os estudantes compreenderam o problema em sua complexidade, articulando ciência, sociedade e possibilidades de ação.

Figura 15 - Infográfico 2 produzido pelos estudantes



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

As causas apontadas destacam efeitos diretos e indiretos do uso de agrotóxicos, como a redução da fertilidade do solo, os riscos à saúde de plantas, animais e seres humanos, bem como a poluição das águas subterrâneas e a dificuldade de recuperação ambiental. A escolha desses pontos indica que houve apropriação de conceitos científicos básicos sobre ecossistemas e contaminação ambiental, ainda que em linguagem acessível e resumida.

As soluções propostas incluem o uso de controle biológico de pragas e a diminuição gradual dos químicos, acompanhada do incentivo à produção orgânica. Aqui, observa-se a compreensão de que a tecnologia agrícola pode ser reposicionada, substituindo produtos

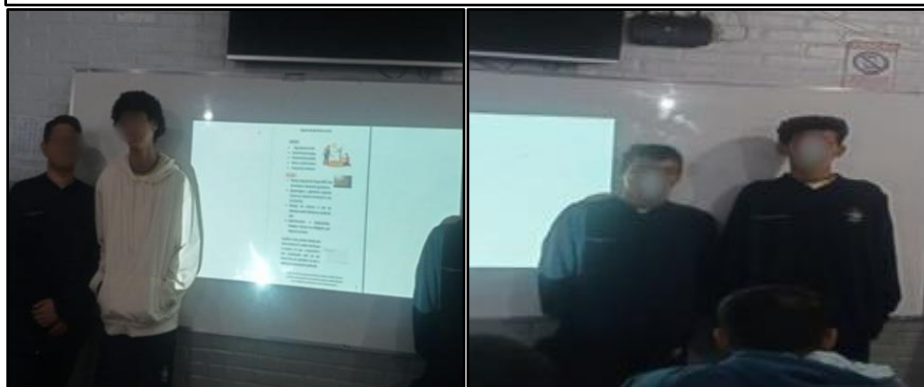
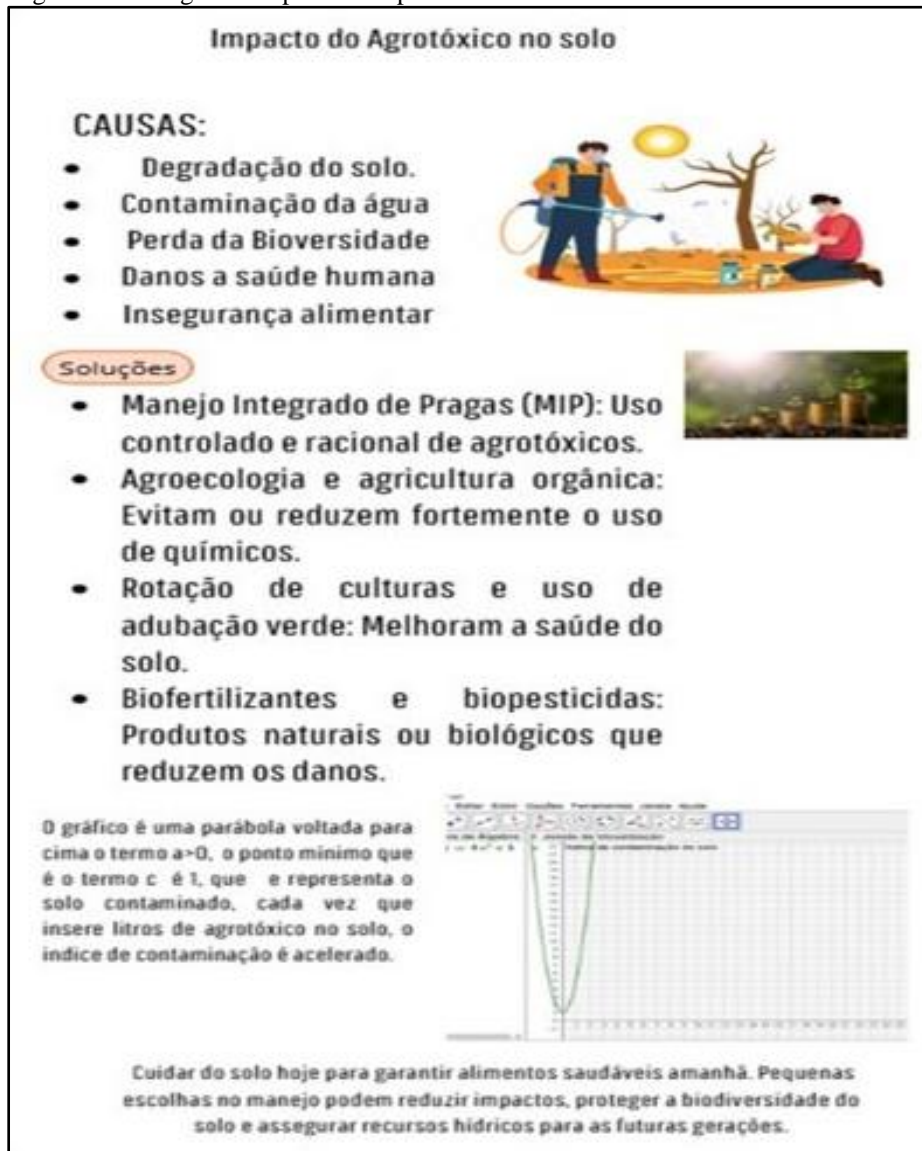
químicos por práticas mais sustentáveis. Essa visão evidencia a percepção de que a ciência e a tecnologia não são neutras, mas podem ser reorientadas conforme as necessidades sociais e ambientais.

O *infográfico 2* destaca a necessidade de políticas públicas que ofereçam incentivos, capacitação e apoio à pesquisa para agricultores. Esse aspecto amplia a análise para além da dimensão técnica, reconhecendo que a transformação da agricultura depende também de decisões políticas, de suporte social e de acesso a condições equitativas de produção. Ao incluir essa perspectiva, os estudantes revelam criticidade ao perceber que o problema não é apenas individual ou técnico, mas também estrutural.

O material produzido dialoga com os princípios do enfoque CTS ao articular conhecimentos científicos, soluções tecnológicas e demandas sociais. Mais do que descrever o problema, os estudantes propuseram caminhos possíveis para superá-lo, compreendendo a importância de políticas públicas, da transição para práticas agrícolas sustentáveis e da preservação da saúde humana e ambiental.

O *infográfico 3* “Impacto do Agrotóxico no solo” (Figura 16) apresenta uma abordagem consistente, estruturada em causas, soluções e representação matemática, o que demonstra uma síntese integrada entre os aspectos científicos, sociais e tecnológicos.

Figura 16 - Infográfico 3 produzido pelos estudantes



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

As causas elencadas contemplam diferentes níveis de impacto do uso de agrotóxicos: degradação do solo, contaminação da água, perda da biodiversidade, danos à saúde humana e insegurança alimentar. Esses pontos revelam que os estudantes ampliaram a compreensão sobre

os efeitos negativos, articulando elementos do meio ambiente e da saúde pública, o que reforça a apropriação de conceitos científicos relevantes.

As soluções propostas incluem práticas sustentáveis reconhecidas, como o Manejo Integrado de Pragas (MIP), a agroecologia e a agricultura orgânica, a rotação de culturas com adubação verde e o uso de biofertilizantes e biopesticidas. Essas alternativas evidenciam a percepção de que o problema não está apenas na eliminação dos agrotóxicos, mas no seu uso racional e na incorporação de tecnologias que favoreçam a saúde do solo e a produção sustentável.

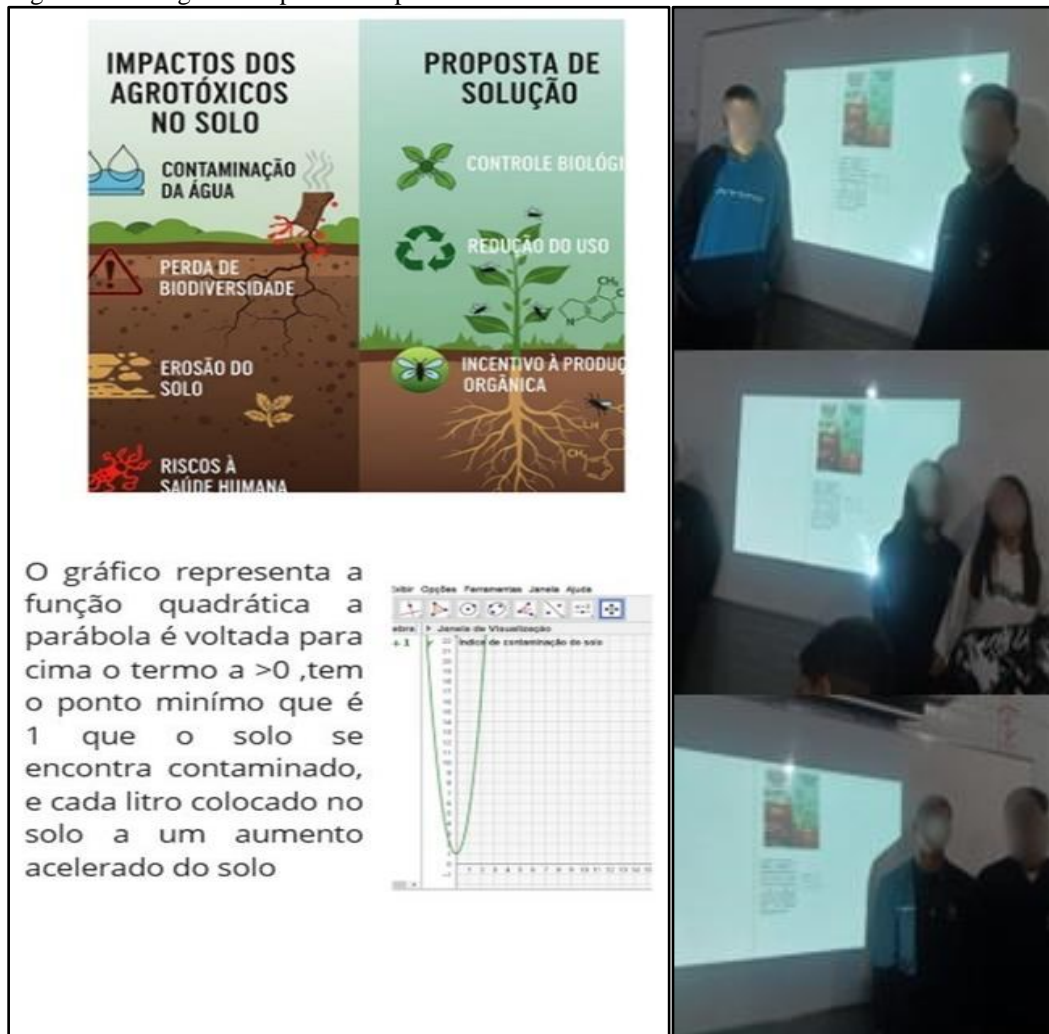
A inclusão da insegurança alimentar como consequência do uso de agrotóxicos amplia a reflexão para além do campo ambiental, conectando o problema à qualidade de vida da população e ao direito à alimentação saudável. Além disso, a ênfase em “pequenas escolhas no manejo” como forma de garantir alimentos saudáveis às futuras gerações demonstra uma postura crítica e de responsabilidade social.

Um dos destaques deste infográfico é a utilização da função quadrática como recurso de modelagem. O gráfico é interpretado como uma parábola voltada para cima ( $a > 0$ ), em que o termo  $c$  representa o solo já contaminado, e cada incremento de agrotóxico corresponde a um aumento acelerado do índice de contaminação. Essa representação evidencia o esforço de articular a Matemática ao contexto real, aproximando teoria e prática, conforme defendem Bassanezi (2011) e Biembengut e Hein (2013) no campo da modelagem matemática.

O material integra conceitos científicos, soluções tecnológicas e reflexão social, configurando-se como uma produção coerente com o enfoque CTS. O uso do gráfico amplia a compreensão do problema ao traduzir em linguagem matemática a relação entre o aumento de agrotóxicos e os impactos no solo. Assim, o infográfico não apenas transmite informações, mas promove uma leitura crítica da realidade, favorecendo o desenvolvimento de atitudes mais conscientes.

O *infográfico 4* (Figura 17) apresenta uma divisão clara entre os impactos dos agrotóxicos no solo e as propostas de solução, evidenciando a preocupação dos estudantes em articular diagnóstico e alternativas.

Figura 17 - Infográfico 4 produzido pelos estudantes



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

Os impactos listados incluem contaminação da água, perda de biodiversidade, erosão do solo e riscos à saúde humana. Esses pontos demonstram que os estudantes compreenderam a amplitude dos efeitos do uso intensivo de agrotóxicos, considerando tanto o meio ambiente quanto a saúde pública.

As propostas de solução englobam práticas sustentáveis, como o controle biológico, a redução do uso de químicos e o incentivo à produção orgânica. Essa seleção de alternativas indica a apropriação de tecnologias socialmente mais aceitáveis, coerentes com os princípios da agroecologia e da agricultura sustentável.

Ainda que de forma mais sintética, a menção aos riscos à saúde humana conecta a problemática à vida em sociedade. O infográfico aponta, assim, que o tema não é restrito ao âmbito agrícola, mas tem implicações diretas para a qualidade de vida e a segurança alimentar da população.

O destaque dado ao gráfico quadrático mostra a tentativa de matematizar o problema ambiental. O texto explica que a parábola é voltada para cima ( $a > 0$ ), que o ponto mínimo representa o solo já contaminado e que cada litro de agrotóxico adicionado gera um aumento acelerado da contaminação. Ainda que a formulação escrita apresente limitações de clareza, o esforço em conectar a função quadrática ao fenômeno real demonstra avanço no processo de modelagem matemática.

O *infoográfico 4* evidencia uma integração equilibrada entre as dimensões ciência, tecnologia e sociedade. Na dimensão científica, os estudantes identificaram impactos ambientais e à saúde relacionados ao uso de agrotóxicos, como a contaminação da água, a erosão do solo e os riscos à saúde humana. Na dimensão tecnológica, foram propostas alternativas sustentáveis, incluindo o controle biológico, a redução do uso de químicos e o incentivo à produção orgânica, demonstrando conhecimento de práticas agroecológicas. Já na dimensão social, ainda que de forma mais sucinta, destacou-se a preocupação com a saúde humana como consequência direta do problema. Um aspecto relevante dessa produção é a inclusão da representação matemática, que permitiu aos estudantes extrapolar a descrição qualitativa e utilizar a função quadrática como recurso de modelagem, aproximando a Matemática de uma questão real e significativa.

Com o objetivo de sistematizar a análise das produções dos estudantes, elaborou-se um quadro-síntese (Quadro 8) que reúne os principais elementos identificados nos quatro infográficos produzidos pelos estudantes, considerando as dimensões de ciência, tecnologia e sociedade que caracterizam o enfoque CTS. O quadro permite visualizar de forma comparativa os avanços, as semelhanças e as diferenças entre os trabalhos, evidenciando tanto a apropriação de conceitos científicos e matemáticos quanto a capacidade dos alunos em propor soluções tecnológicas e refletir sobre implicações sociais. Essa organização possibilita compreender com maior clareza o percurso formativo dos discentes, bem como a maneira pela qual integraram os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática.

Quadro 8 - Quadro-síntese comparativo dos infográficos à luz do enfoque CTS e da matemática

Dimensão	Infográfico 1	Infográfico 2	Infográfico 3	Infográfico 4
<b>Ciência</b>	Detalhamento das causas: alteração do pH, perda da fertilidade, eliminação de microrganismos, erosão e migração de compostos para lençóis freáticos.	Ênfase em redução da fertilidade, riscos à saúde humana, poluição das águas subterrâneas e dificuldade de recuperação ambiental.	Ampliação dos impactos: degradação do solo, perda de biodiversidade, danos à saúde e insegurança alimentar.	Sintetiza os principais efeitos: contaminação da água, perda de biodiversidade, erosão do solo e riscos à saúde humana.
<b>Tecnologia</b>	Propõe soluções sustentáveis variadas: biofertilizantes, defensivos naturais, agricultura orgânica e rotação de culturas.	Destaca controle biológico, incentivo à produção orgânica e políticas públicas de apoio ao agricultor.	Inclui práticas avançadas: MIP, agroecologia, rotação de culturas e uso de biofertilizantes/biopesticidas.	Aponta alternativas mais gerais: controle biológico, redução do uso de químicos e incentivo à produção orgânica.
<b>Sociedade</b>	Chama atenção para riscos à biodiversidade e à saúde humana, com mensagem final de conscientização crítica.	Foca em aspectos sociais e estruturais, ressaltando políticas públicas, incentivos e capacitação dos agricultores.	Aprofunda o debate social com a noção de insegurança alimentar e preocupação intergeracional (“garantir alimentos saudáveis amanhã”).	Faz referência breve à saúde humana, de modo menos aprofundado em relação aos demais.
<b>Matemática</b>	Relaciona função quadrática à aceleração da contaminação, conectando teoria ao problema real.	Não utiliza representação matemática, concentrando-se nos aspectos sociais e tecnológicos.	Explora a função quadrática com interpretação dos coeficientes e análise da parábola.	Utiliza a parábola ( $a > 0$ ) para representar o crescimento acelerado da contaminação, ainda que com explicação mais simplificada.

Fonte: Autora (2025).

### 5.5 Análise do pré e pós-teste

No dia 19 de agosto de 2025, encerrando a sequência de dez aulas sobre agrotóxicos, os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Filhinho Portilho responderam ao questionário final (pós-teste).

A aplicação combinada de pré e pós-teste permitiu mapear o ponto de partida da turma e acompanhar o movimento de aprendizagem após a intervenção didática. O pré-teste registrou conhecimentos prévios, percepções iniciais e incertezas em torno de temas como produção orgânica, leitura do gráfico da função do 2º grau e utilidade da Matemática em contextos agrícolas. O pós-teste, realizado após as atividades de modelagem, análise de dados e discussão orientada, evidenciou avanços conceituais e deslocamentos atitudinais, oferecendo indícios de maior segurança para relacionar ciência, tecnologia e sociedade na interpretação de problemas concretos.

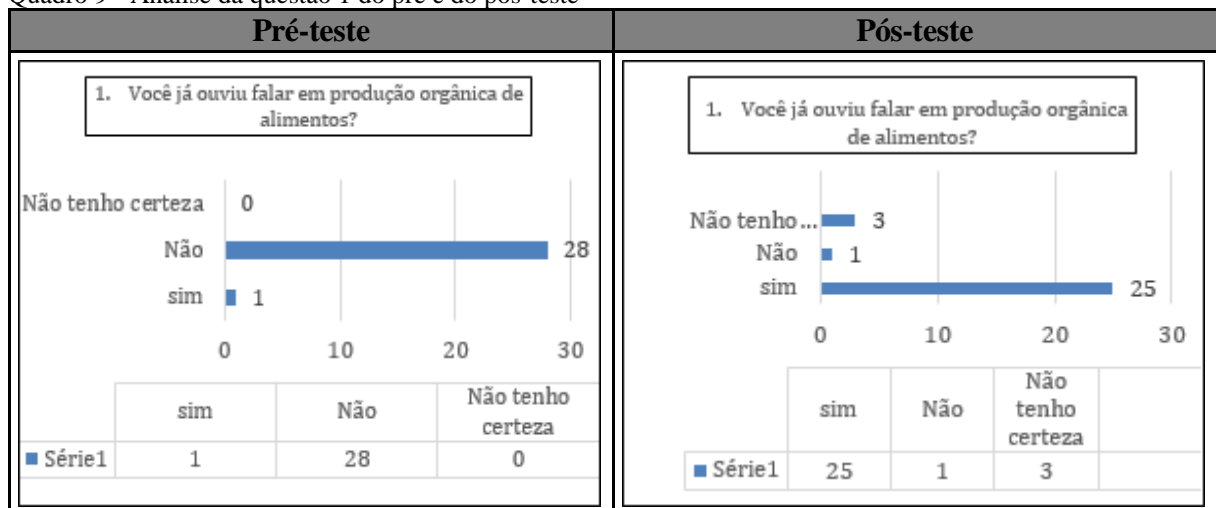
Essa análise está ancorada no enfoque CTS, que orienta a vinculação entre conteúdos escolares e problemas socialmente relevantes. Mais do que contabilizar acertos e erros, interessa compreender em que medida os estudantes passaram a articular saberes científicos e

matemáticos a decisões de caráter social e ambiental. Por isso, a interpretação dos gráficos considera o tamanho da turma e a natureza formativa do instrumento, reconhece limites próprios de estudos em contexto escolar e valoriza a triangulação com evidências qualitativas. A partir desse enquadramento, apresentam-se a seguir os resultados por questão, destacando os movimentos de aprendizagem observados ao longo do processo.

Importante destacar que as questões selecionadas buscaram contemplar não apenas o domínio conceitual dos estudantes em relação à função do 2º grau, mas também a capacidade de relacionar esse conhecimento a contextos reais e socialmente relevantes, coerentes com o enfoque CTS.

A análise dos gráficos de pré e pós-teste relativos à questão *sobre ter ouvido falar em produção orgânica de alimentos* indica um deslocamento claro no repertório dos estudantes, como pode ser observado no comparativo do Quadro 9.

Quadro 9 - Análise da questão 1 do pré e do pós-teste



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

No momento inicial, observou-se predominância de respostas negativas, o que sugere desconhecimento do tema pela maior parte dos estudantes, com apenas um deles declarando familiaridade. Após a intervenção didática, a distribuição de respostas mudou de modo consistente, com a maioria afirmando já ter ouvido falar no assunto e um pequeno grupo indicando não ter certeza. Esse resultado sinaliza que a temática passou a compor o vocabulário conceitual da turma, ainda que com diferentes níveis de segurança.

Esse movimento pode ser compreendido como efeito de discussões que articularam ciência, tecnologia e sociedade em torno da produção de alimentos. Na dimensão científica, os estudantes relacionaram práticas de cultivo a possíveis implicações para a saúde e para o

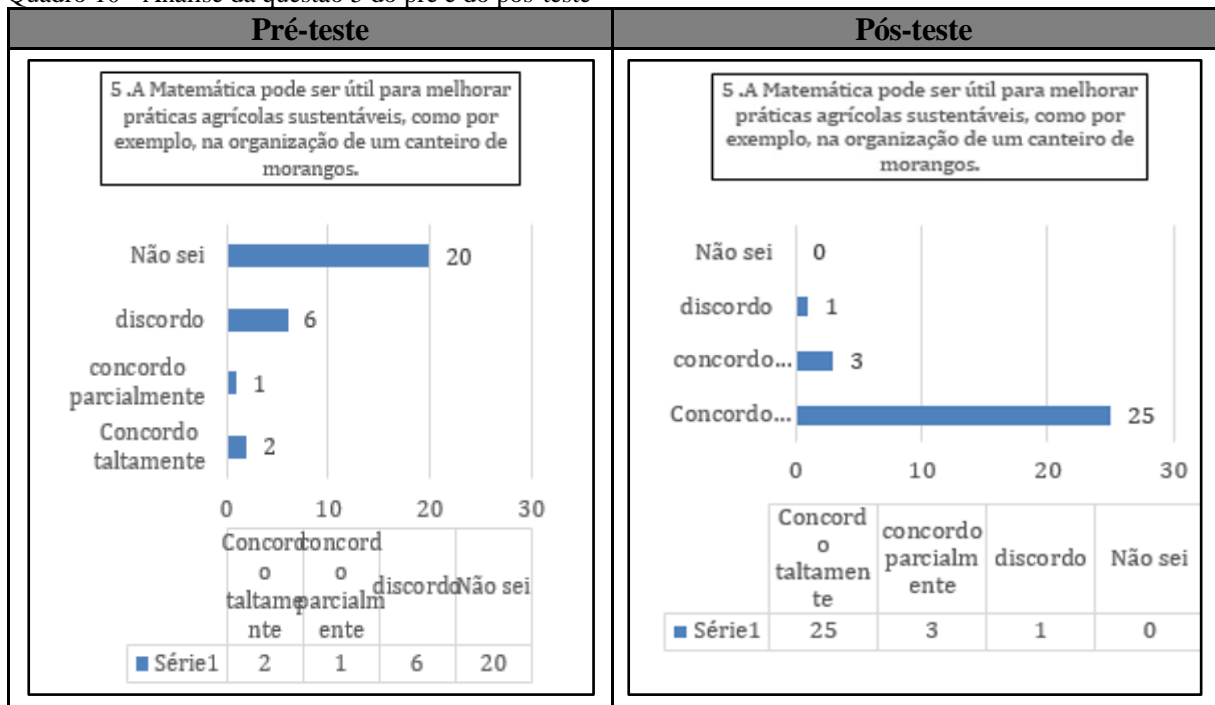
ambiente, o que favoreceu a ampliação de referências conceituais. Na dimensão tecnológica, foram apresentados modos de manejo que buscam reduzir impactos, permitindo reconhecer a produção orgânica como alternativa concreta diante de limites do cultivo convencional. Na dimensão social, emergiu maior atenção às relações entre formas de produção, consumo e qualidade de vida, perspectiva coerente com a alfabetização científica orientada pelo enfoque CTS.

O aparecimento da opção não tenho certeza no pós-teste merece destaque. Ele sugere que, embora o tema tenha sido incorporado ao repertório dos estudantes, parte deles ainda elabora o significado e o alcance do conceito de produção orgânica. Essa zona de incerteza é comum em processos formativos e pode orientar etapas futuras, com retomadas conceituais, análise de casos próximos à realidade dos alunos e exercícios de leitura crítica de rótulos, selos e normativas de certificação.

Em síntese, os resultados apontam que a sequência didática contribuiu para introduzir e consolidar um campo pouco familiar, promovendo um primeiro avanço em direção a uma compreensão mais informada sobre agricultura sustentável. Não se trata de afirmar domínio pleno do conceito, mas de reconhecer uma mudança positiva no sentido de identificar a produção orgânica como tema relevante do debate contemporâneo sobre alimentação, saúde e sustentabilidade, abrindo caminho para aprofundamentos conceituais e aplicações práticas em atividades futuras.

A comparação entre os gráficos de pré e pós-teste referentes à afirmação *A Matemática pode ser útil para melhorar práticas agrícolas sustentáveis, como por exemplo, na organização de um canteiro de morangos* indica um deslocamento consistente na percepção dos estudantes sobre a função social da disciplina, de acordo os resultados apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Análise da questão 5 do pré e do pós-teste



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

No momento inicial, predominou incerteza e distanciamento: vinte estudantes marcaram não sei, seis discordaram, apenas um concordou parcialmente e dois concordaram totalmente, sugerindo dificuldade em estabelecer relações entre conteúdos matemáticos e situações concretas do cultivo. No pós-teste, observou-se mudança expressiva: vinte e cinco estudantes passaram a concordar totalmente, três concordaram parcialmente, um discordou e não houve registros de não sei. Essa redistribuição sinaliza aumento de clareza conceitual e maior segurança para reconhecer a utilidade da Matemática em decisões de organização e manejo.

À luz do enfoque CTS, os resultados sugerem avanços em três frentes articuladas. Na dimensão científica, os alunos passaram a relacionar conceitos da função quadrática, leitura de tabelas e interpretação de gráficos a fenômenos observáveis no plantio, como espaçamento e produtividade. Na dimensão tecnológica, o uso de planilhas e softwares de visualização, aliado à construção de modelos simples, contribuiu para demonstrar como ferramentas matemáticas podem apoiar simulações e escolhas de parâmetros operacionais. Na dimensão social, emergiu a ideia de que práticas de organização do canteiro, quando apoiadas por raciocínio quantitativo, podem favorecer o uso racional de recursos e dialogar com metas de sustentabilidade, conectando decisões de sala de aula a implicações para a alimentação e o ambiente.

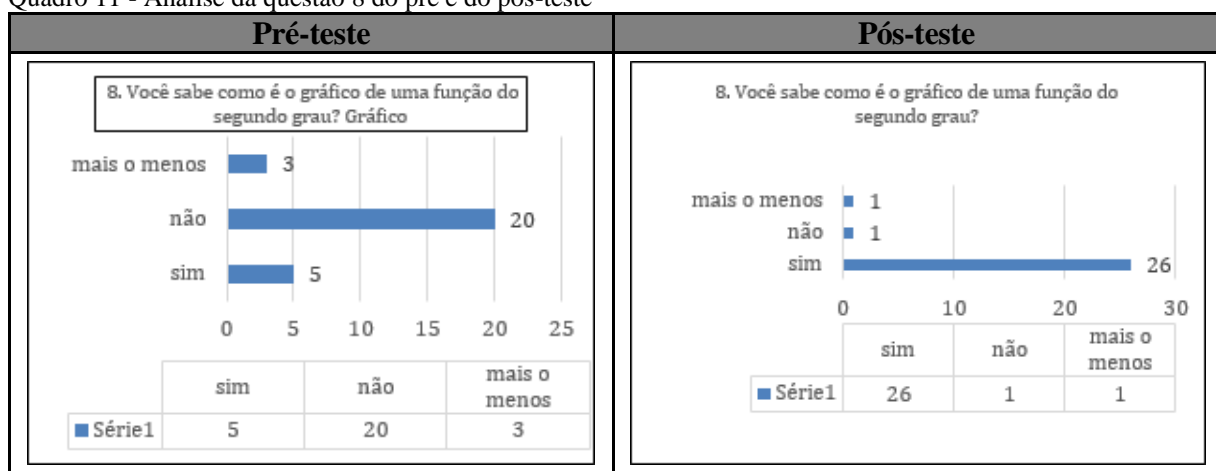
Esse movimento não implica domínio pleno dos modelos ou eliminação de dúvidas, mas indica que a sequência didática favoreceu a passagem de uma visão abstrata e pouco situada da Matemática para outra em que o conhecimento quantitativo é percebido como instrumento de

análise e de tomada de decisão em contextos reais. Em termos pedagógicos, os dados reforçam a pertinência de manter atividades de modelagem e leitura crítica de dados, bem como de propor novas situações que consolidem a transferência do que foi aprendido para cenários variados de produção agrícola sustentável.

A análise comparativa entre os gráficos de pré e pós-teste relativos ao *reconhecimento do gráfico de uma função do 2º grau* evidencia uma evolução conceitual marcante entre os estudantes (Quadro 11). No momento inicial, vinte alunos afirmaram não saber identificar esse gráfico, cinco disseram que sabiam e três se posicionaram de forma intermediária, assinalando mais ou menos. Esse resultado mostra que, para a maioria, o conteúdo ainda se apresentava como um conhecimento abstrato, distante de aplicações concretas ou de uma compreensão consolidada. A função quadrática aparecia, nesse estágio, como um elemento formal da Matemática, sem conexão clara com o cotidiano dos estudantes.

No pós-teste, verificou-se um cenário significativamente distinto: vinte e seis estudantes declararam saber identificar o gráfico, enquanto apenas um respondeu não e outro marcou mais ou menos. A mudança expressiva revela que a sequência didática, ao integrar elementos práticos como o uso de dados sobre o cultivo de morangos, representações gráficas em papel e no software de geometria dinâmica, favoreceu a compreensão da forma parabólica característica da função quadrática. Os alunos passaram a reconhecer componentes centrais da construção gráfica, como concavidade, vértice e raízes, o que indica não apenas memorização, mas uma apropriação mais efetiva do conceito e de seus significados.

Quadro 11 - Análise da questão 8 do pré e do pós-teste



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

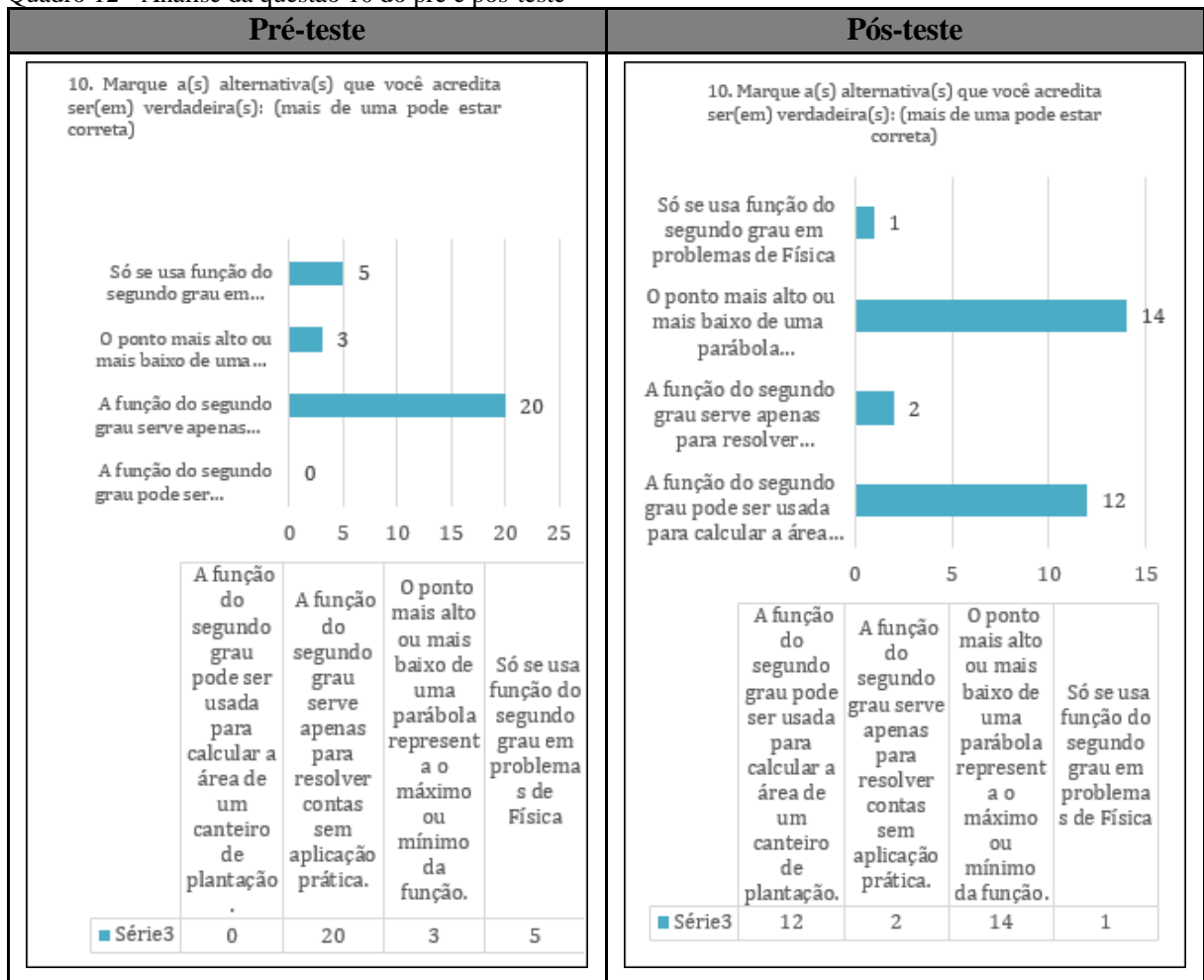
À luz do enfoque CTS, esse deslocamento pode ser compreendido em diferentes dimensões. No âmbito científico, os estudantes desenvolveram noções mais claras sobre a

função do 2º grau, consolidando a leitura do gráfico e fortalecendo a articulação entre teoria e prática. Na dimensão tecnológica, o emprego de ferramentas digitais e de registros gráficos variados permitiu visualizar o mesmo fenômeno por múltiplas representações, ampliando a compreensão e tornando o aprendizado mais acessível. Na dimensão social, a vinculação do estudo a situações de organização de canteiros e de planejamento do cultivo evidenciou que decisões matematicamente informadas podem contribuir para o uso racional de recursos e para escolhas mais responsáveis no contexto da produção de alimentos.

Assim, a análise dos dados aponta para a transição de um estágio de desconhecimento ou incerteza para outro de apropriação mais sólida, em que o conceito matemático passa a ser compreendido como instrumento de análise em problemas reais. Essa evolução reforça a ideia de que a aprendizagem ganha sentido quando vinculada a contextos concretos, nos quais a Matemática se revela como ferramenta de leitura e de intervenção no mundo. Do ponto de vista pedagógico, os resultados sugerem a pertinência de manter práticas de modelagem, leitura crítica de dados e uso de tecnologias educacionais, de modo a consolidar o repertório conceitual construído e favorecer novas transferências para situações diversas do cotidiano escolar e comunitário.

A análise dos gráficos referentes à questão que solicitava *a marcação das alternativas consideradas corretas sobre o uso da função do 2º grau* evidencia uma mudança importante de concepção entre os estudantes, conforme pode ser observado no Quadro 12. No momento inicial, vinte deles assinalaram que a função do 2º grau serve apenas para resolver contas sem aplicação prática, cinco afirmaram que o conteúdo seria útil em problemas de Física e três reconheceram que o ponto mais alto ou o ponto mais baixo de uma parábola tem relevância para a compreensão do comportamento da função. Nenhum estudante indicou a possibilidade de utilizar a função para calcular a área de um canteiro de plantação. Esse resultado inicial revela uma visão estreita do conteúdo, centrada no caráter procedimental e na resolução de exercícios descontextualizados, com pouca relação com situações reais de planejamento e organização do espaço agrícola.

Quadro 12 - Análise da questão 10 do pré e pós-teste



Fonte: Dados de pesquisa (2025).

Após a aplicação da sequência didática, observou-se uma redistribuição consistente das respostas. Quatorze (14) estudantes passaram a identificar o ponto máximo ou o ponto mínimo da parábola como informação central da função quadrática e doze reconheceram sua aplicabilidade no cálculo da área de um canteiro de plantação, vinculando o conceito matemático ao tema trabalhado nas aulas. Dois estudantes ainda assinalaram que a função serviria apenas para resolver contas sem aplicação prática e um manteve a ideia de que seu uso se restringiria a problemas de Física. Mesmo com essas permanências pontuais, os dados do pós-teste indicam que a maioria passou a articular propriedades do modelo quadrático com decisões de organização do cultivo, sinalizando avanço na compreensão conceitual e na percepção de utilidade.

À luz do enfoque CTS, o deslocamento observado pode ser interpretado em três dimensões integradas. Na *dimensão científica*, os estudantes ampliaram a leitura do fenômeno parabólico, reconhecendo elementos como vértice, concavidade e variação crescente e decrescente, e compreendendo que essas propriedades informam decisões sobre maximização

e minimização. Na *dimensão tecnológica*, a função deixou de ser vista apenas como algoritmo e foi mobilizada como ferramenta para resolver problemas de planejamento do espaço, cálculo de áreas e análise de cenários produtivos, com apoio de representações gráficas e de recursos digitais. Na *dimensão social*, emergiu a compreensão de que o raciocínio matemático pode apoiar escolhas mais responsáveis na produção de alimentos, ao favorecer o uso racional de insumos, a redução de desperdícios e a organização eficiente do canteiro, aspectos alinhados à sustentabilidade.

Assim, os dados mostram que a sequência didática contribuiu para ressignificar o papel da função quadrática no repertório dos estudantes. Se antes predominava a compreensão restrita a cálculos formais sem aplicação, ao final a função passou a ser reconhecida como instrumento de análise e tomada de decisão em contextos concretos do cotidiano escolar e comunitário. Essa evolução, ainda que não homogênea entre todos os alunos, indica avanço em direção a uma alfabetização científica e matemática mais crítica e integrada, coerente com a perspectiva de que o conhecimento escolar se fortalece quando articulado a situações reais e socialmente relevantes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como propósito investigar as contribuições da abordagem CTS, articulada à modelagem matemática, para o ensino da função do 2º grau no Ensino Médio. A partir da temática da produção agrícola de morangos e das discussões sobre o uso de agrotóxicos, buscou-se compreender como o ensino de Matemática pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e a formação de uma postura cidadã, aproximando o conhecimento escolar das questões reais que permeiam a vida dos estudantes.

O desenvolvimento da sequência didática, estruturada à luz do modelo metodológico de Aikenhead (1994), possibilitou aos alunos vivenciarem um processo de aprendizagem contextualizado e significativo. A investigação revelou que, ao trabalharem com situações-problema relacionadas à agricultura sustentável, os estudantes não apenas ampliaram seus conhecimentos matemáticos sobre a função do 2º grau, como também desenvolveram competências críticas associadas à leitura e interpretação de fenômenos socioambientais.

As atividades de experimentação e modelagem mostraram-se especialmente produtivas para a construção de conceitos matemáticos, como o vértice da parábola, a concavidade e os pontos de máximo e mínimo, evidenciando o potencial da Matemática como instrumento de análise e tomada de decisão. O uso de dados fictícios e a elaboração de gráficos permitiram que os estudantes visualizassem relações entre variáveis e interpretassem resultados de maneira autônoma e argumentativa.

A análise dos registros obtidos por meio dos instrumentos de pré e pós-testes, produções escritas, debates e infográficos evidenciou progressos na aprendizagem conceitual e atitudinal. Os alunos demonstraram evolução na compreensão dos conteúdos e maior capacidade de estabelecer relações entre Matemática, ciência e tecnologia, articulando argumentos fundamentados sobre os impactos do uso de agrotóxicos e sobre a importância da sustentabilidade. Tais indícios reforçam que a abordagem CTS, integrada à modelagem matemática, promove não apenas a aprendizagem de conteúdos, mas também o desenvolvimento de valores éticos e de responsabilidade social.

O produto educacional vinculado a esta dissertação consiste em uma sequência didática voltada ao ensino da função quadrática com enfoque CTS. O material mostrou-se viável, criativo e plenamente aplicável ao contexto da Educação Básica. Sua estrutura, fundamentada na abordagem CTS e na Modelagem Matemática, promove o diálogo entre diferentes saberes e contribui para que o ensino da Matemática se torne mais dinâmico, crítico e conectado ao cotidiano dos estudantes. A utilização de tecnologias digitais, como o GeoGebra e ferramentas

de inteligência artificial, revelou-se um recurso pertinente, favorecendo a visualização e a exploração dos conceitos trabalhados. Apesar dos resultados positivos, reconhece-se que a implementação de propostas com enfoque CTS ainda enfrenta desafios. Entre eles, destacam-se o tempo limitado para a execução integral da sequência, a rigidez curricular e a carência de formação docente voltada ao uso dessa abordagem. Esses fatores indicam a necessidade de ampliar o debate sobre práticas pedagógicas que priorizem a contextualização e a integração entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de Matemática.

Conclui-se, portanto, que a articulação entre CTS e modelagem matemática amplia o potencial formativo da Matemática escolar, possibilitando ao estudante compreender o conhecimento matemático como ferramenta para a análise e transformação da realidade. O ensino mediado por essa perspectiva favorece a alfabetização científica, a autonomia intelectual e o protagonismo dos alunos, elementos essenciais para a formação de sujeitos críticos e conscientes de seu papel social.

A partir das reflexões construídas nesta dissertação, emergem possibilidades de continuidade e aprofundamento. Sugere-se que futuras investigações ampliem o tempo de aplicação da sequência didática e analisem de forma longitudinal os impactos do enfoque CTS na aprendizagem matemática, observando a permanência dos conceitos e atitudes desenvolvidos.

Outra vertente relevante consiste em explorar a abordagem CTS associada à modelagem em outros conteúdos da Matemática, como funções exponenciais, estatística e geometria, permitindo comparações e a identificação de novas potencialidades didáticas. Além disso, seria pertinente investigar como professores em formação inicial e continuada compreendem e aplicam essa perspectiva em suas práticas, analisando as condições institucionais e formativas necessárias para sua consolidação.

Por fim, reitera-se que o ensino de Matemática sob o enfoque CTS não se limita à transmissão de conteúdos, mas constitui um espaço de diálogo entre conhecimento científico, ética e responsabilidade social. Ao integrar a Matemática à reflexão sobre os desafios ambientais e tecnológicos contemporâneos, o professor contribui para a formação de cidadãos críticos, capazes de compreender, intervir e transformar a realidade em que vivem.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen S. **Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science.** *Studies in Science Education*, v. 27, p. 1-52, 1996.
- ALMEIDA, Vânia Horner de.; PIMENTA, Adelino Candido. Tendências na Educação Matemática e suas relações com a CTS. **Estudos**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 151-163, jan/mar, 2014.
- AMORIM, José Carlos. **O enfoque CTS no ensino de matemática: as contribuições de um curso de formação de professores.** 2023. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2023.
- AMORIM, José Carlos; LOCATELLI, Aline; ZOCH, Alana Neto; SILVA, Majari Andressa da. Abordagem CTS no ensino de Matemática: um recorte à luz de um “Estado da Arte”. **Revista de Investigação Tecnológica em Educação em Ciências e Matemática**, v. 2, p. 1-14, 2022.
- ARAÚJO, Jussara de Loiola. Uma abordagem sociocrítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**, v. 2, n. 2, p. 55-68, 2009.
- BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 1-18, 2001.
- BASSANEZZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** 3. ed. São Paulo: Contexto, 2010.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** 3.ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BALBINOT, Catia. **O ensino de função polinomial do 1º grau por meio do enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e a contribuição interdisciplinar das ciências.** 2023. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2023.
- BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; VON LINSINGEN, Ingo. **Introdução aos estudos CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade.** Brasília: Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.
- BIEMBENGUT, Maria S., HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino.** 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.
- BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino.** São Paulo: Contexto, 2011.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na educação matemática e na ciência.** São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BÖCK, Bruno Stefoni; ALBUQUERQUE, Maria Bengio de; CHRISPINO, Alvaro. Estudos sociais da tecnologia: uma análise do tema na produção de publicações no Brasil e em periódicos internacionais. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1384-1399, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, SEB, 2017.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. A utilização de mapas conceituais visando o ensino de história da geometria sob a luz da aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 2, n. 3, p. 39-57, 2012.

BURAK, Dionísio. Modelagem matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

CARMO, João dos Santos. **Produção de erros no ensino e na aprendizagem**: implicações para a interação professor-aluno. In: MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (Org.). **Aprendizagem profissional da docência: saberes, contextos e práticas**. São Carlos, SP: EDUFSCar/INEP/COMPED, 2010. p. 211-227.

CARNEIRO, Fernando Ferreira; AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; RIGOTTO, Raquel Maria; FRIEDRICH, Karen; BÚRIGO, André Campos. **Dossiê Abrasco**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624 p.

CARRIJO, Fátima Araújo; SANTOS, Elton Castro Rodrigues dos. Refletindo acerca das dificuldades de aprendizagem em matemática. **Revista Scientific Magazine**, São Paulo, v. XIX, n. 125, p. 149-165, 2020.

CEREZO, José Antônio López. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos, 2009.

CHAQUIAM, Miguel. **Ensaio temáticos**: história e matemática em sala de aula. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus, 1996.

DAGNINO, Renato; THOMAS, Hernán; DAVYT, Amílcar. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, n. 7, v. III, p. 13-51, 1996.

DANTAS, Valderi. **As aplicações das funções de primeiro e segundo grau na cinemática**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2013.

DAMIANI, Magda Floriana; ROCHEFORT, Renato Siqueira.; CASTRO, Rafael Fonseca; DARIZ, Marion Rodrigues.; PINHEIRO, Silvia Nara Siqueira. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, v. 45, p. 57-67, maio/ago. 2013.

FERREIRA, Danielle Paiva. **As contribuições de temas socioambientais para a aprendizagem de Matemática, sob o enfoque CTS, Educação Matemática Crítica e Educação Ambiental**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), 2012.

FIorentini, Dario; LOrenzato, Sergio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2009. 228 p.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GUAZELLI, Ieda Regina Barbosa; MACIEL, Maria Delourdes; SOLIGO, Maria Giselda; NASCIMENTO, Deivson Souza, MACEDO, Hellyda Cristina. **Alfabetização científica crítica e cultura em uma perspectiva CTSA**. In: AMARAL, Cibele Letícia Castellani; CURTI, Edda. (Org.). Pesquisas e Práticas de Ensino em Química & Biologia. São Paulo: Terracota, 2009. p. 12-41.

Haidt, Regina Célia Cazaux. **Curso de didática geral**. Série Educação. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

LUJÁN LÓPEZ, José Luis; GONZALEZ GARCIA, Marta I.; LOPEZ CERESO, Jose A. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

MEYER, João Frederico da Costa; CALDEIRA, Ademir Donizete; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2009.

OLIVEIRA, Wanderson Kleber de; ROHLFS, Daniela Buosi; GARCIA, Leila Posenato. O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 2019.

PASSOS, Ana Paula. **Interdisciplinaridade, estudo didático para a aprendizagem de função quadrática no ensino médio**. 2020. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

PEREIRA, Beatriz de França Marcondes; ALVES, Bruna Monteiro; MEDEIROS, Mayara Pereira; PEREIRA, Rebeca Maria. Contaminação no lençol freático, rios, lagos e lagoas do Brasil por agrotóxicos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 7, p. 863–874, 2022.

PELLI, Débora. **As contribuições do software GeoGebra como um mediador do processo de aprendizagem da geometria plana na Educação a Distância (EAD) em um curso de Licenciatura em Pedagogia**. 2014. 249 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 44, p. 147-165, 2007.

PRADO, Elza Maria dos Santos do. **Um novo olhar sobre o ensino de equação e função do segundo grau**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

ROBSON, Colin. **Real World Research**. Oxford: Blackwell, 1993.

RESTREPO, Maria Mercedes Callejas. El Enfoque CTS en la formación inicial de profesores de ciencias en la Universidad. Mesa-redonda: Educação em ciências com enfoque CTS: desafios no contexto Ibero-Americano-MR3. In: Seminário ibero-americano ciência/tecnologia/sociedade no ensino das ciências, 2., 2010, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: [s.n.], 2010.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. A Modelagem como um Ambiente de Aprendizagem para a Conversão do Conhecimento Matemático. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 42A, p. 261-290, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: UNIJUÍ, 1997.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva do letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.

SILVA, Débora Janaína Ribeiro e. **Abordagem CTS e ensino de Matemática crítica: um olhar sobre a formação inicial dos futuros docentes**. 2012. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

SILVA, Jando Abraão de Miranda. **A formação docente e as novas tecnologias no ensino do Movimento Uniforme Variado: uma sequência didática com o software GeoGebra**. 2016. 175 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SILVA, Jefferson. **Ensino de Matemática na Perspectiva CTS: contribuições para o ensino médio**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado) – IFRJ, Campus Nilópolis, 2018.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; WAGNER, Guilherme. Modelagem Matemática com enfoque CTS: aproximações teóricas. *Vidya*, v. 39, n. 1, p. 3-20, 2019.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência e tecnologia: transformando o homem e sua relação com o mundo. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 68-86, 2006.

SOARES, Marcos Vinicius Tavares. **As práticas e metodologias pedagógicas do ensino da Matemática no cotidiano aos alunos do Ensino Médio**. 2021. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2021.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 17. ed. São Paulo: Cortez, 2011.  
ZABALZA, Miguel. Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre, 2004.

ZEICHNER, Kenneth M.; DINIZ-PEREIRA, Júlio E. Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 125, p. 63-80, maio/ago. 2005.

## APÊNDICE A – Pré e Pós-Teste

Instruções: Este questionário tem como objetivo conhecer um pouco mais sobre o que você já sabe e pensa sobre agricultura, meio ambiente e matemática. Não se preocupe com acertos, o mais importante é que você responda com sinceridade.

Nome: \_\_\_\_\_

### Parte 1 – Conhecimentos e percepções sobre o tema CTS

1. Você já ouviu falar em produção orgânica de alimentos? ( ) Sim ( ) Não ( ) Não tenho certeza
2. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos na agricultura?
3. Você acredita que o consumo de alimentos com agrotóxicos pode trazer riscos à saúde? Justifique sua resposta.
4. Você já ouviu falar em “agricultura sustentável”? O que entende por esse termo?
5. Marque a alternativa que melhor representa sua opinião:  
*A Matemática pode ser útil para melhorar práticas agrícolas sustentáveis, como por exemplo, na organização de um canteiro de morangos.*  
( ) Concordo totalmente      ( ) Concordo parcialmente      ( ) Discordo      ( ) Não sei

### Parte 2 – Conhecimentos prévios sobre Função do 2º Grau

6. O que você entende por “função do segundo grau”? Dê um exemplo, se souber.
7. Complete a frase:  
Uma função do segundo grau tem a forma geral:  $y =$

8. Você sabe como é o gráfico de uma função do segundo grau? ( ) Sim ( ) Não ( ) Mais ou menos

Se respondeu sim ou mais ou menos, desenhe como você imagina esse gráfico:

9. O que você entende por “vértice” de uma parábola?

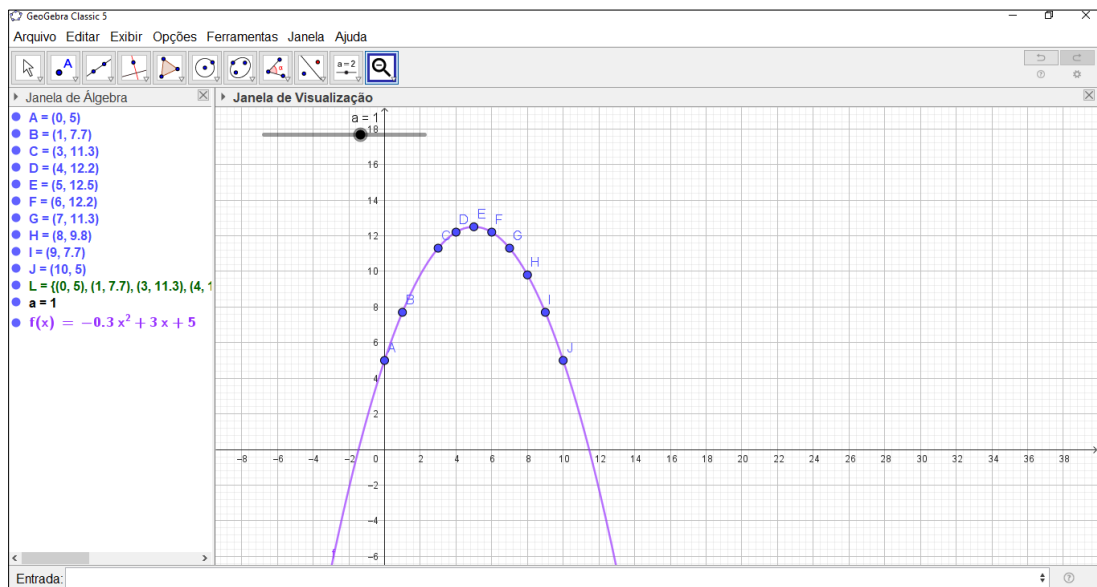
10. Marque a(s) alternativa(s) que você acredita ser(em) verdadeira(s): (mais de uma pode estar correta)

- ( ) A função do segundo grau pode ser usada para calcular a área de um canteiro de plantação.
- ( ) A função do segundo grau serve apenas para resolver contas sem aplicação prática.
- ( ) O ponto mais alto ou mais baixo de uma parábola representa o máximo ou mínimo da função.
- ( ) Só se usa função do segundo grau em problemas de Física.

## APÊNDICE B – Dados Fictícios

A) No início do cultivo, o morango precisa de pouca água. Com o passar dos dias, a necessidade aumenta até atingir um valor máximo durante a fase de frutificação. Depois disso, a quantidade de água diminui. Esse comportamento pode ser representado por uma função quadrática (parábola).

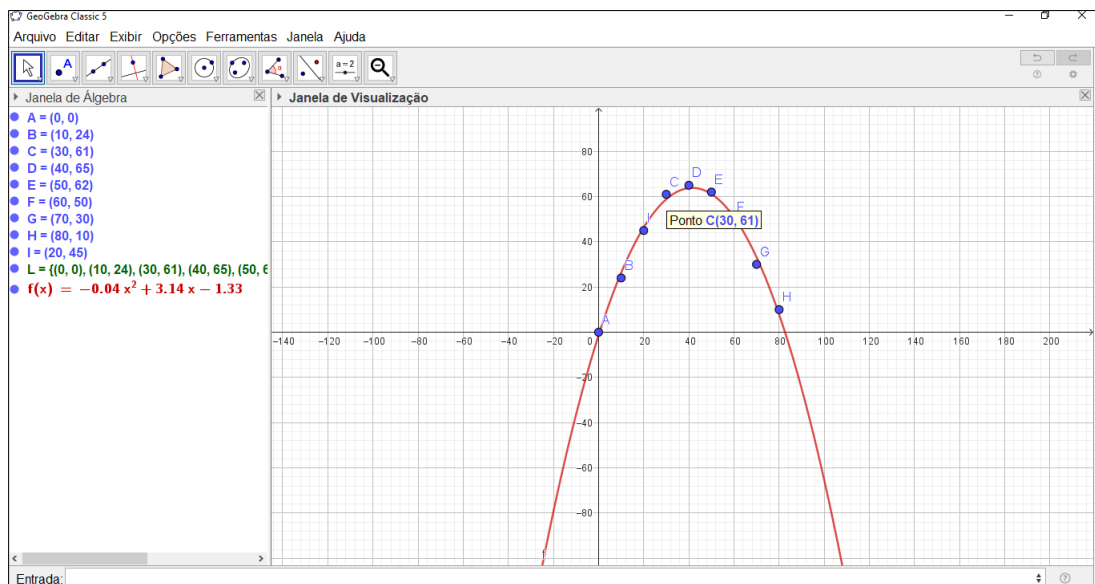
Dias de Cultivo	Quantidade de Água (litros)
0	5
1	7,7
2	9,8
3	11,3
4	12,2
5	12,5
6	12,2
7	11,3
8	9,8
9	7,7
10	5



B) Na produção de morangos, a intensidade de luz influencia diretamente o desenvolvimento e a quantidade de frutos produzidos. Quando a intensidade de luz é baixa, a planta não realiza a fotossíntese de forma eficiente, resultando em baixa produção. À medida que a

intensidade de luz aumenta, a taxa de fotossíntese melhora, favorecendo o crescimento da planta e elevando a produção de morangos. No entanto, a partir de um certo ponto, o excesso de luz pode causar estresse na planta, reduzindo a produtividade. Dessa forma, a relação entre a intensidade de luz e a produção de morangos pode ser representada por uma função quadrática, formando uma parábola voltada para baixo, cujo ponto máximo indica a intensidade de luz ideal para obter a maior produção.

Intensidade de luz (Luz)	Produção de morangos (P)
0	0
10	20
20	40
30	60
40	70
50	65
60	50
70	30
80	10



### APÊNDICE C – Atividades

- 1) Encontre um modelo matemático que apresenta a o espaçamento entre as plantas e a Produção e faça o desenho que representa a função quadrática, diz quem são os coeficientes a, b e c dessa função e o vértice que maximiza a produção

Espaçamento (cm)	Produção Kg/m <sup>2</sup>
5	55
10	70
15	55

- 2) Com base nesse padrão parabólico, qual das alternativas abaixo descreve melhor o efeito do espaçamento sobre a produtividade na produção de morangos?
- A) Quanto menor o espaçamento entre as plantas de morango, maior será a produtividade, já que as plantas competem mais por nutrientes.
- B) A produtividade aumenta com o espaçamento até certo ponto, depois começa a diminuir à medida que o espaçamento entre as plantas aumenta.
- C) A produtividade diminui continuamente conforme o espaçamento entre as plantas aumenta.
- D) O espaçamento entre as plantas não afeta a produtividade da produção de morangos.
- 3) Em um estudo sobre a produção de morangos, foi observada uma relação entre o espaçamento das plantas e a quantidade de morangos produzidos. O modelo matemático que descreve essa relação é dado pela função quadrática:  $P(x) = -2x^2 + 12x + 20$  onde  $P(x)$  representa a produtividade (em toneladas) e  $x$  é o espaçamento entre as plantas (em metros). Com base nesta função, qual é o espaçamento que maximiza a produtividade dos morangos?
- A) 1 metro
- B) 2 metros
- C) 3 metros
- D) 4 metros
- 4) Considere a função quadrática  $P(x) = -x^2 + 6x + 8$ , onde  $P(x)$  é a produtividade de morangos em toneladas e  $x$  é o espaçamento entre as plantas em metros. Qual é o valor máximo da produtividade? O gráfico que representa a função quadrática

- A) 8 toneladas
- B) 10 toneladas
- C) 12 toneladas
- D) 14 toneladas

5) Dada a função quadrática que descreve a produtividade de morangos:  $P(x) = -x^2 + 4x + 7$  onde  $P(x)$  é a produtividade (em toneladas) e  $x$  é o espaçamento (em metros), qual é o valor de  $P(x)$  quando o espaçamento é de 2 metros?

- A) 5 toneladas
- B) 6 toneladas
- C) 7 toneladas
- D) 8 toneladas

6) A produção de morangos em uma plantação segue a função quadrática  $P(x) = -2x^2 + 20x + 50$ , onde  $P(x)$  representa a quantidade de morangos produzidos (em kg) e  $x$  representa o número de semanas após o início do cultivo. Qual é o valor máximo de produção de morangos e após quantas semanas isso ocorre?

- A) 100 kg, após 5 semanas
- B) 80 kg, após 5 semanas
- C) 80 kg, após 10 semanas
- D) 100 kg, após 10 semanas

7) O custo de produção de morangos em uma plantação é dado pela função quadrática  $C(x) = 3x^2 - 12x + 15$ , onde  $C(x)$  representa o custo de produção (em reais) e  $x$  representa o número de hectares cultivados. Qual é o valor mínimo de custo de produção e em quantos hectares isso ocorre?

- A) 10 reais, em 2 hectares
- B) 10 reais, em 4 hectares
- C) 15 reais, em 4 hectares
- D) 15 reais, em 2 hectares

- 8) A relação entre o número de plantas por metro quadrado e a produtividade de morangos pode ser modelada por uma função quadrática. Sabendo que essa função apresenta um ponto de máxima produtividade, qual das alternativas abaixo representa essa relação corretamente?
- A) A produtividade aumenta indefinidamente conforme aumenta o número de plantas por metro quadrado.
  - B) A produtividade aumenta até um certo ponto e depois diminui à medida que o número de plantas aumenta.
  - C) A produtividade diminui indefinidamente com o aumento das plantas por metro quadrado.
  - D) A produtividade é constante, independentemente do número de plantas.
- 9) Considerando que a produtividade de morangos segue um padrão parabólico, qual é o comportamento da produtividade de morangos quando o número de plantas por metro quadrado ultrapassa o ponto ótimo de produção?
- A) A produtividade continua aumentando, mas em um ritmo menor.
  - B) A produtividade diminui devido à competição entre as plantas por recursos.
  - C) A produtividade permanece constante.
  - D) A produtividade diminui, mas as plantas crescem mais rapidamente.
- 10) Dada a função quadrática  $P(x) = -0.5x^2 + 6x + 2$ , onde  $P(x)$  representa a produtividade em função do número de plantas por metro quadrado ( $x$ ), qual é o número ótimo de plantas por metro quadrado para maximizar a produtividade?
- A) 2
  - B) 6
  - C) 4
  - D) 8
- 11) Em um cultivo de morangos, um agricultor observa que, ao plantar 10 plantas por metro quadrado, a produtividade começa a cair. Isso sugere que:
- A) O ponto de máxima produtividade já foi ultrapassado.
  - B) A produtividade nunca será afetada pelo número de plantas.

- C) O número de plantas é muito baixo para uma boa produção.
- D) A produtividade continuará a aumentar.

12) Em uma plantação de morangos, a função quadrática que descreve a produtividade em função do número de plantas é dada por  $P(x) = -x^2 + 12x - 20$ . Qual é o valor da produtividade máxima que pode ser alcançado?

- A) 0
- B) 10
- C) 36
- D) 25

13) Uma fazenda de morangos utiliza uma função quadrática  $P(x) = -0.3x^2 + 5x + 10$  para descrever a produtividade em função do número de plantas  $x$  por metro quadrado. Qual é a produtividade máxima quando o número de plantas por metro quadrado é 5?

- A) 15
- B) 40
- C) 25
- D) 27,5

14) Se a densidade de plantas em uma plantação de morangos for muito baixa, como isso impactará a produtividade?

- A) A produtividade será baixa, pois poucas plantas não aproveitam totalmente o espaço disponível.
- B) A produtividade será alta, pois as plantas terão mais espaço para crescer.
- C) A produtividade será média, pois o número de plantas será razoável.
- D) A produtividade será constante independentemente da densidade.

## APÊNDICE D – Textos

### TEXTO 2: EFEITOS NA SAÚDE HUMANA DECORRENTES DO CONSUMO DE ALIMENTOS CONTAMINADOS

A exposição a agrotóxicos através do consumo de alimentos contaminados tem sido associada a diversos efeitos adversos à saúde humana. Estudos demonstram que a ingestão de resíduos de agrotóxicos pode causar desde sintomas agudos, como náuseas e dores de cabeça, até efeitos crônicos graves, incluindo distúrbios endócrinos, neurológicos e aumento do risco de certos tipos de câncer.

Além disso, evidências sugerem que a exposição crônica a baixas doses de agrotóxicos pode levar a alterações hormonais e reprodutivas, afetando tanto homens quanto mulheres. A bioacumulação desses compostos no organismo humano é particularmente preocupante, pois os efeitos podem manifestar-se anos após a exposição inicial.

#### Perguntas para reflexão:

1. Quais são os principais riscos à saúde associados ao consumo de alimentos com resíduos de agrotóxicos?
2. Como a bioacumulação de agrotóxicos no organismo humano pode influenciar a saúde a longo prazo?
3. Que medidas podem ser adotadas para reduzir a exposição da população aos agrotóxicos presentes nos alimentos?

Fonte: LOPES, C. V. A.; ALBURQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

### TEXTO 3: DESAFIOS DA PRODUÇÃO ORGÂNICA E CUSTOS ASSOCIADOS

A agricultura orgânica tem se destacado como uma alternativa sustentável à produção convencional, visando minimizar impactos ambientais e promover a saúde humana. No entanto, os produtores orgânicos enfrentam diversos desafios, incluindo a necessidade de certificação, que pode ser onerosa, e a maior demanda por mão de obra devido à não utilização de insumos químicos. Além disso, a transição do sistema convencional para o orgânico requer um período

de conversão, durante o qual a produtividade pode ser reduzida, impactando a rentabilidade do produtor.

Apesar desses desafios, a produção orgânica oferece benefícios significativos, como a preservação da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e valorização dos produtos no mercado, atendendo a uma demanda crescente por alimentos mais saudáveis e ambientalmente responsáveis.

**Perguntas para reflexão:**

1. Quais são os principais obstáculos enfrentados pelos agricultores na transição para a produção orgânica?
2. Como os custos associados à certificação e à mão de obra impactam a viabilidade econômica da agricultura orgânica?
3. De que maneira a produção orgânica contribui para a sustentabilidade ambiental e para a saúde dos consumidores?

Fonte: BRANDÃO, E. R.; PEREIRA, M. S.; RODRIGUES, V. da S. F. Desafios da produção orgânica na agricultura familiar: um estudo no município de Boa Esperança-ES. *Revista Contemporânea*, v. 3, n. 10, p. 18033–18051, 2023.

**APÊNDICE E – Atividades**

- 1) Um canteiro preparado para plantar morangos tem  $x$  metros de largura e  $(x+5)$  metros de comprimento e uma área de  $50\text{m}^2$ .
  - a) Determine o modelo matemático que expresse a área desse retângulo.
  - b) Determine os coeficientes o termo independente
  - c) Determine geometricamente o modelo matemático dessa situação
  
- 2) O pomar de José tem 50 morangueiros e cada uma delas produz em média 400 morangos por ano. Um engenheiro agrônomo constatou que, se fossem plantadas novas morangueiros nesse pomar, cada morangueiros (tanto nova quanto velha) passaria a produzir 20 morangos a menos por ano, pois estariam disputando os nutrientes do solo. Considerando a situação descrita qual é a função que representa matematicamente a produção do morangueiro?
  
- 3) Um agricultor percebeu que a produção de morangos em sua estufa pode ser modelada pela função quadrática  $P(x) = -2x^2 + 8x + 5$ , onde  $P(x)$  é a produção em quilos e  $x$  é a quantidade de horas de luz solar recebidas por dia. Quais são os coeficientes da função?
  - A)  $a=8, b=5, c=-2$
  - B)  $a=-2, b=8, c=5$
  - C)  $a=5, b=-2, c=8$
  - D)  $a=8, b=-2, c=5$
  
- 4) A função de produção dos morangos é dada por  $P(x) = -x^2 + 6x - 8$ . Se você desenhar o gráfico dessa função, em quais valores de  $x$  a produção será zero?
  - A) 2 e 4

- B) 1 e 8
- C) 0 e 6
- D) 3 e 5

5) A função  $P(t) = -3t^2 + 24t - 45$  representa a produção de morangos em função da temperatura. Se o gráfico for traçado, qual é o intervalo de temperaturas em que a produção é positiva?

- A)  $t < 5$  ou  $t > 9$
- B)  $5 < t < 15$
- C)  $5 < t < 9$
- D)  $t > 9$

6) Suponha que a produção de morangos orgânicos em uma estufa seja uma função de segundo grau, qual seria o formato do gráfico dessa função?

- A) Parábola
- B) Reta
- C) Elipse
- D) Hipérbole

7) função  $P(x) = -x^2 + 10x - 21$  representa a produção de morangos em função da quantidade de adubo (em kg) utilizada. Ao traçar o gráfico, em que intervalo de adubo a produção é positiva?

- A)  $x < 3$  ou  $x > 7$
- B)  $3 < x < 7$
- C)  $x > 7$
- D)  $0 < x > 10$

8) Um agricultor possui dois canteiros com funções de produção diferentes:

- **Canteiro A:**  $PA(w) = -2w^2 + 10w + 20$
- **Canteiro B:**  $PB(w) = -1.5w^2 + 8w + 25$

Qual canteiro proporciona maior produção máxima?

- A) Canteiro A
- B) Canteiro B
- C) Ambos produzem a mesma quantidade
- D) Não é possível determinar

## APÊNDICE F – Slides

"Como organizar um canteiro de morangos de modo a maximizar a produção sem desperdício de espaço e insumos?".

### Canteiro no Nível do Solo



• **Características:** A terra é elevada cerca de 30 cm do nível do solo para melhorar a drenagem e facilitar o manejo. É comum o uso de **cobertura plástica (mulching)** sobre o canteiro.

• **Vantagens:** Baixo custo de implantação, manejo relativamente simples.

• **Desvantagens:** Maior risco de doenças fúngicas nos frutos, já que eles ficam mais próximos do solo úmido. A colheita pode ser mais cansativa devido à necessidade de se curvar. A drenagem pode ser um problema em solos mais pesados ou em períodos de chuva intensa.

### ► Canteiro Suspenso (ou Semi-hidropônico)

Nesse sistema, os morangos são cultivados em bancadas elevadas, em substratos especiais, dentro de estufas ou túneis.



• **Características:** As plantas são dispostas em "sacos" ou "lajes" de substrato sobre bancadas, geralmente a cerca de 1 metro do solo. A irrigação é feita por gotejamento, com a aplicação controlada de nutrientes (fertirrigação).

#### • Vantagens:

- **Maior produtividade e qualidade:** O ambiente controlado e a nutrição precisa resultam em frutos mais uniformes e saborosos.
- **Menor incidência de doenças:** O contato com o solo é evitado, reduzindo significativamente a ocorrência de fungos e pragas.
- **Melhor ergonomia:** A colheita e o manejo são feitos com o trabalhador em pé, o que diminui a fadiga e lesões na coluna.
- **Uso eficiente de água e fertilizantes:** A fertirrigação por gotejamento otimiza o uso de recursos.

• **Desvantagens:** Custo de implantação mais elevado, exigência de maior conhecimento técnico e dependência de energia elétrica para o sistema de irrigação.

## Importância do espaçamento no plantio para garantir produtividade e sustentabilidade.

O **espaçamento no plantio** é fundamental para a agricultura, pois afeta diretamente a **produtividade e a sustentabilidade**.

► **Produtividade: o equilíbrio entre competição e densidade** O espaçamento ideal busca o equilíbrio perfeito para que cada planta tenha os recursos necessários, mas também para que o terreno seja usado de forma eficiente.

• **Evitando a Competição:** Se as plantas estiverem muito próximas, elas competem por **luz solar, água e nutrientes**. Isso pode resultar em plantas menores, mais fracas e, conseqüentemente, em uma redução significativa na produtividade. A falta de espaço também pode prejudicar o desenvolvimento das raízes e o enchimento dos frutos ou grãos.

• **Otimizando a Densidade:** Por outro lado, um espaçamento excessivo deixa espaços vazios no campo. Isso não só é uma subutilização da área, mas também pode permitir o crescimento de **ervas daninhas**, que competem com a cultura principal. O espaçamento ideal garante uma cobertura vegetal homogênea, que otimiza o uso dos recursos e evita a perda de produtividade.

► **Sustentabilidade: manejo e conservação** Um espaçamento bem planejado também é um pilar da sustentabilidade na agricultura, pois influencia o manejo da lavoura e a saúde do solo.

• **Saúde da Planta:** O espaçamento correto melhora a circulação de ar e oxigênio e a penetração da luz solar entre as plantas, criando um microclima menos favorável para o desenvolvimento de pragas e doenças. Isso pode reduzir a necessidade de pesticidas, o que é um ganho ambiental e econômico.

• **Eficiência de Recursos:** O espaçamento afeta diretamente a eficiência do uso de recursos como a água. Em áreas de sequeiro (onde a irrigação não é constante), um espaçamento maior pode ser preferível para que cada planta tenha mais acesso à umidade do solo. Já em áreas irrigadas, a densidade pode ser maior.

• **Manejo Mecanizado:** Em lavouras que utilizam máquinas para plantio, colheita ou manejo, o espaçamento entre as linhas deve ser planejado para permitir o trânsito seguro e eficiente dos equipamentos, evitando danos às plantas.

A escolha do espaçamento é uma decisão estratégica que alinha a genética da semente, as características do ambiente e as tecnologias disponíveis para alcançar o máximo potencial produtivo, ao mesmo tempo que promove práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

Fatores que afetam a produção agrícola e como a Matemática pode ser usada para modelar essa situação.

A produção agrícola é afetada por uma combinação de fatores, incluindo:

- **Ambientais:** Clima, solo e topografia.
- **Biológicos:** Genética das culturas e polinizadores.
- **Econômicos e de Gestão:** Irrigação, adubação, tecnologia e mercado.

#### Matemática na Agricultura

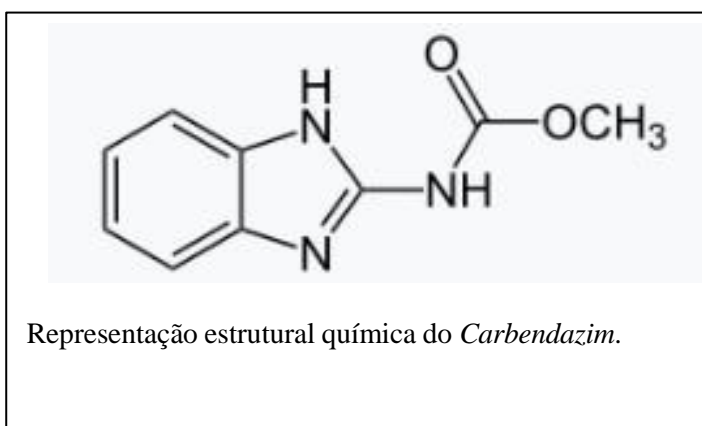
- **Análise Estatística:** Prever o rendimento das safras com base em dados históricos.
- **Otimização:** Ajudar a tomar decisões sobre como alocar recursos limitados (terra, água, fertilizantes) para maximizar lucros.
- **Cálculo Diferencial:** Modelar o crescimento das plantas e determinar as taxas ideais de aplicação de insumos.
- **Simulação Computacional:** Testar virtualmente diferentes cenários e condições para uma gestão mais eficiente.

A matemática transforma a agricultura, permitindo uma tomada de decisão mais precisa e informada, o que leva a uma produção mais sustentável e eficiente.

## APÊNDICE G – Texto

### Trecho de reportagem sobre o uso de *Carbendazim* no Brasil.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovou por unanimidade, em 8 de agosto de 2022, a proibição do uso do fungicida *Carbendazim* em produtos agrotóxicos no Brasil. A decisão foi baseada em estudos que indicaram que não é possível estabelecer uma dose segura para a população, devido ao potencial do *carbendaim* causar mutações genéticas e toxicidade reprodutiva. O *Carbendazim* é um fungicida sistêmico amplamente utilizado na agricultura brasileira, especialmente em culturas como feijão, arroz, soja, trigo e frutas cítricas. Apesar de seu uso frequente, a substância foi banida na União Europeia por ser considerada tóxica para a reprodução humana e prejudicial ao meio ambiente



Contudo, em dados anteriores à proibição, o *Carbendazim* era um dos resíduos mais encontrados em alimentos consumidos no Brasil, como o morango, o mamão e a uva, segundo relatórios do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA/Anvisa).

Fonte: Adaptado de <https://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2023/02/03/comercializacao-de-carbendazim-esta-proibida-apos-09-02/>.

**ANEXO A – Autorização da Escola**

COLÉGIO ESTADUAL FILHINHO PORTILHO

Rua 3, Vila Renovação, CEP:75906020, Rio Verde

Fonte: 64999340195

E-mail: 52054357@seduc.go.gov.br

**DECLARAÇÃO DE CIÊNCIA E CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO  
ENVOLVIDA**

Eu MARIA SOCORRO BORGES, diretor(a) do COLÉGIO ESTADUAL FILHINHO PORTILHO, estou ciente e autorizo o discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM da Universidade de Passo Fundo, **Aline de Almeida Carvalho**, sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli, a realizar a pesquisa intitulada "Sequência Didática com Enfoque CTS para o Ensino de Função do Segundo Grau", no Primeiro semestre do ano de 2025.

Rio Verde 26 de Março de 2025.



Diretor: MARIA SOCORRO BORGES

**ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido****PPGECM**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC**Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **“Sequência didática com o tema “Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau”**, de responsabilidade da pesquisadora Aline de Almeida Carvalho sob orientação da professora Dra. Aline Locatelli. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente duas semanas dentro da disciplina de matemática durante as aulas curriculares e envolverá gravações de áudio/vídeo/gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora Aline de Almeida Carvalho orientador/a do trabalho Dra. Aline Locatelli pelo e-mail [alinelocatelli@upf.br](mailto:alinelocatelli@upf.br) ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail [ppgecm@upf.br](mailto:ppgecm@upf.br). Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Rio Verde, GO Junho de 2025.

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pesquisador/a: Aline de Almeida Carvalho.

## ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**PPGECM**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Caros pais, seus filhos estão sendo convidados a participar da pesquisa **“Sequência didática com o tema “Produção Orgânica de Morangos e sua Relação com a Função do 2º Grau”**, de responsabilidade da pesquisadora Aline de Almeida Carvalho sob orientação da professora Dra. Aline Locatelli. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente duas semanas dentro da disciplina de matemática durante as aulas curriculares e envolverá gravações de áudio/vídeo/gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Estas gravações serão, posteriormente, destruídas. Os dados relacionados a identificação de seu filho não serão divulgados. Dessa forma vocês autorizam o uso destas imagens para fins educacionais até a exclusão dos mesmos. Esclarecemos que a participação de seu filho não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu Consentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. A participação de seu filho nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que seu filho não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora Aline de Almeida Carvalho orientadora do trabalho Dra Aline Locatelli pelo e-mail [alinelocatelli@upf.br](mailto:alinelocatelli@upf.br) ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail [ppgecm@upf.br](mailto:ppgecm@upf.br). Dessa forma, se concordam que seu filho irá participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis. Rio Verde GO, junho de 2025.

Nome e assinatura do responsável: \_\_\_\_\_

Nome do Filho: \_\_\_\_\_

Pesquisador/a: Aline de Almeida Carvalho