



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS - PPGECE

**MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA
O ENSINO MÉDIO TÉCNICO**

Paulo Robson Pereira da Cunha

Lajeado - RS, dezembro de 2020.

Paulo Robson Pereira da Cunha

**MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA
O ENSINO MÉDIO TÉCNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, metodologias e recursos didáticos para o ensino das Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marli Teresinha Quartieri

Lajeado - RS, dezembro de 2020.

Paulo Robson Pereira da Cunha

**MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO
MÉDIO TÉCNICO**

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ciências Exatas.

Dra. Marli Teresinha Quartieri – orientadora
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Dr. Osvaldo Campelo de Mello Vasconcelos
Instituto Federal do Amapá - IFAP – *Campus* Porto Grande

Dr. Floriano Augusto Veiga Viseu
Universidade do Minho – UMinho - Portugal

Lajeado, dezembro de 2020

*Aos meus pais, Raimundo Valentim (in memoriam) e Maria do Socorro, por serem
esteio, aconchego e amor.*

*À minha amada esposa, Marcela Videira, por ser meu incentivo
a cada dia. É sempre por vocês e para vocês!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me dar força, me iluminar e abençoar minha trajetória, permitindo que eu nunca desista.

À Universidade do Vale do Taquari - Univates, ao corpo docente, à direção e administração, que oportunizaram minha qualificação.

À Universidade do Vale do Taquari - Univates, que proporcionou que eu integrasse o PPG em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) e aos coordenadores do programa, em diferentes momentos de minha permanência: Prof^ª. Dra. Marli Quartieri e Prof^º. Dr. Ítalo Gabriel.

À Professora Orientadora Marli Teresinha Quartieri, pelo apoio e conhecimento transmitido e principalmente pelo esforço, dedicação demandados durante todas as fases de execução do projeto.

Aos Professores do PPGECE pelos conhecimentos e experiências repassados durante o mestrado.

Aos professores Doutores Floriano Viseu e Márcia Jussara, pelas sugestões na qualificação, as quais auxiliaram no desenvolvimento do projeto e no aperfeiçoamento do manuscrito.

Aos meus colegas de turma do mestrado (Turma 13/PPGECE), obrigado pela união, companheirismo e parceria durante esse período tão engrandecedor.

À minha querida instituição - Instituto Federal do Amapá – *Campus* Porto Grande - por oportunizar minha qualificação e por servir de campo para a realização desta pesquisa.

Ao Professor Doutor, Osvaldo Campelo de Mello Vasconcelos, por ter aceito o convite para participar da minha pesquisa e contribuir com seus conhecimentos junto aos alunos.

Aos meus queridos alunos do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio, que aceitaram participar de forma virtual deste desafio, mesmo em tempos de pandemia.

Ao meu pai, Raimundo Valentim, à minha mãe Maria do Socorro e minha madrastra Sônia Silva, pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim - pela simplicidade, exemplo, amizade, e carinho, fundamentais na construção do meu caráter. Além da ajuda incansável do meu pai nos cuidados com todos nós - você é demais!

À minha esposa, Marcela Videira, pacientemente sempre me dando conselhos, força, coragem, incentivo e, principalmente, amor.

À vó Jandyra Nunes, por acreditar em mim e por todas as orações de cada dia.

Aos amigos Daímio Brito e Kelly Gonçalves, por toda ajuda necessária nesse período importante da minha vida acadêmica.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta jornada, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este trabalho socializa resultados decorrentes de uma prática pedagógica efetivada com um grupo de vinte alunos do 2º ano do ensino médio técnico em Agronegócio no Instituto Federal do Amapá (IFAP) (Campus Porto Grande-AP) à luz da Modelagem Matemática. Assim, o objetivo geral foi averiguar implicações pedagógicas do uso da Modelagem Matemática com o referido grupo de alunos. Essa prática ocorreu em seis momentos (nove encontros), em que os alunos foram estimulados a associar a temática “abacaxi” (fruto de importância econômica e social na área de estudo) e a Modelagem Matemática. Os encontros ocorreram durante o segundo semestre letivo de 2020, exclusivamente em ambiente virtual, utilizando como recurso a plataforma *Google Meet* e tendo como auxílio o aplicativo de mensagens *WhatsApp*, em decorrência da pandemia da Covid-19 e o consequente estabelecimento do ensino remoto na instituição. A pesquisa teve caráter qualitativo, sendo que os instrumentos de coleta de dados foram entrevistas, diários de campo do professor e dos alunos, gravações de aulas em vídeo e áudio por meio da Plataforma *Google Meet*. As informações obtidas por meio desses instrumentos foram confrontadas com as ideias dos autores que deram suporte teórico ao trabalho e ainda com as experiências vivenciadas ao longo da pesquisa, possibilitando a construção de um documento fundamentado em práticas e teorias entrelaçadas de forma indissociável. Ao final da pesquisa, foi possível perceber a mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais críticos, criativos, participativos e motivados. Diante desse contexto, pode-se inferir que as implicações de uma prática pedagógica à luz da Modelagem Matemática instigaram os alunos entrevistados neste trabalho para a pesquisa, para o trabalho cooperativo na discussão e construção do conhecimento, para o contato com novos conteúdos matemáticos e a ressignificação dos já abordados em níveis de ensino anteriores e outras disciplinas específicas de seu curso Técnico em Agronegócio. Portanto, este trabalho proporcionou, “entender, na prática”, que o papel do docente e pesquisador não se restringe a levar o conhecimento matemático para a sala de aula, mas, sim, auxiliar os alunos na construção do conhecimento, orientando-os e tornando o ensino mais proveitoso e a aprendizagem mais instigante e motivadora.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Ensino remoto. Ciências agrárias. Abacaxi. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work socializes results from a pedagogical practice carried out with a group of twenty students of the 2nd year of technical high school in Agribusiness at the Federal Institute of Amapá (IFAP) (Campus Porto Grande-AP) in the light of Mathematical Modeling. Thus, the general objective was to investigate the pedagogical implications of the use of Mathematical Modeling with the referred group of students. This practice took place in six moments (nine meetings), in which students were encouraged to associate the theme “pineapple” (fruit of economic and social importance in the study area) and Mathematical Modeling. The meetings took place during the second academic semester of 2020, exclusively in a virtual environment, using the Google Meet platform as a resource and using the WhatsApp messaging application as a support, due to the Covid-19 pandemic and the consequent establishment of remote teaching at the institution. The research was qualitative, and the data collection instruments were interviews, teacher and student field diaries, video recordings of audio and video through the Google Meet platform. The information obtained through these instruments was compared with the ideas of the authors who gave theoretical support to the work and also with the experiences lived throughout the research, enabling the construction of a document based on practices and theories intertwined inseparably. At the end of the research, it was possible to notice the change in students attitude, who became more critical, creative, participative and motivated. Given this context, it can be inferred that the implications of a pedagogical practice in the light of Mathematical Modeling instigated the students interviewed in this work for research, for cooperative work in the discussion and construction of knowledge, for contact with new mathematical subjects and the reframing of those already covered in previous levels of education and other specific subjects of your Agribusiness Technical course. Therefore, this work provided, “to understand, in practice”, that the teacher and researcher’s role is not restricted to taking mathematical knowledge to the classroom, but, rather, helping students in the construction of knowledge, guiding them and making teaching more profitable and learning more thought-provoking and motivating.

Keywords: Mathematical Modeling. Remote teaching. Agrarian sciences. Pineapple. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estratégia de funcionamento do agronegócio	23
Figura 2 - Participação do Agronegócio no PIB total do Brasil, de 1997 a 2015.....	24
Figura 3 - Evolução da balança comercial do agronegócio, 1997-2015	25
Figura 4 - Exportações brasileiras do agronegócio por UF – até setembro de 2019	25
Figura 5- <i>Campus</i> do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), (campus agrícola), localizado no município de Porto Grande-AP.....	57
Figura 6 - Modelo de produção de Abacaxi em fileiras duplas.....	75
Figura 7 - Parte do relatório referente ao encontro realizado do aluno A14.....	75
Figura 8 - Professor explicando para o aluno A3 o que é um polígono regular	76
Figura 9 - Produção em toneladas de Abacaxi nos municípios do estado do Amapá de 2014/2018 (IBGE, 2018)	78
Figura 10 - Depoimento do aluno A7 do grupo 4	81
Figura 11 - Depoimento do aluno A11 em parte de seu relatório	82
Figura 12 - Depoimento do aluno A4 em parte de seu relatório	83
Figura 13 - Número de empregos formais por setor econômico considerado como de relevância nas bases do CAGED, Porto Grande, em 31 de dezembro de 2010	85
Figura 14 - Produção de abacaxi no Amapá, nos 16 municípios.....	85
Figura 15 - Cálculo de Densidade por Hectare	87
Figura 16 - Estimativa de Custo Operacional Total (COT) da Cultura de Abacaxi por hectare.....	89
Figura 17 - Colheita e transporte do Abacaxi.....	92
Figura 18 - Processamento do abacaxi	93
Figura 19 - Parte do relatório do aluno A2 do grupo 2.....	103
Figura 20 - Esquema dos problemas associados ao conteúdo matemático (grupo 2)	104
Figura 21 - Parte do relatório do aluno A7 do grupo 4.....	106
Figura 22 – Parte do relatório do aluno A5 do grupo 4.....	106
Figura 23 - Parte do relatório do aluno A5 do grupo 4.....	107
Figura 24 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 3.....	108
Figura 25 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 3.....	109
Figura 26 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 4.....	110
Figura 27 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 4.....	111
Figura 28 – Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1	112

Figura 29 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)	114
Figura 30 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)	115
Figura 31 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)	116
Figura 32 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)	117
Figura 33 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)	117
Figura 34 - Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (Google Meet)	119
Figura 35 – Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (Google Meet)	120
Figura 36 - Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (Google Meet)	121
Figura 37 - Apresentação do aluno A9 do grupo 3 (Google Meet)	124
Figura 38 - Apresentação do aluno A5 do grupo 4 (Google Meet) – Problema 1.....	125
Figura 39 - Apresentação do aluno A5 do grupo 4 (Google Meet) – Problema 2.....	126
Figura 40 - Esquema de plantio (fila dupla) do grupo 4 (Google Meet)	126
Figura 41 - Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1.....	127
Figura 42 - Apresentação do aluno A2 do grupo 2 (Google Meet)	128
Figura 43 - Apresentação do aluno A2 do grupo 2 (Google Meet)	130
Figura 44 - Apresentação do Modelo 1 (custo mensal) (Google Meet).....	132
Figura 45 - Significado de cada letra do Modelo 1 criado (Google Meet).....	132
Figura 46 - Apresentação do Problema 1 (Google Meet)	133
Figura 47 - Solução do Problema 1 (Google Meet)	134
Figura 48 - Apresentação do Modelo 2 (custo anual) (Google Meet)	135
Figura 49 - Apresentação do Problema 2 (Google Meet)	135
Figura 50 - Solução do problema 2 (Google Meet).....	136
Figura 51 - Apresentação do aluno A13 do grupo 1 (Google Meet)	138
Figura 52 – Resultado da consulta feita com três agricultores da Colônia do Matapi (Google Meet).....	139
Figura 53 – Cálculos para descobrir a perda de frutos durante o transporte por produtor (Google Meet)	140
Figura 54 – Cálculo de perda monetária (Google Meet)	141
Figura 55 – O que causa a perda no transporte e modos de evitá-la (Google Meet)	142
Figura 56 – Representação em Matriz (Google Meet)	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de casos de Modelagem Matemática	17
Quadro 2 - Produção do Abacaxi no Amapá entre 1995 a 2005	29
Quadro 3 - Produção do abacaxi no Amapá entre 2008 e 2017	29
Quadro 4 - Produção em toneladas (*t) de abacaxi nos principais municípios do estado do Amapá de 2014/2019 (IBGE)	30
Quadro 5 – Dissertações e Teses sobre Modelagem Matemática no ensino entre 2016 a 2018	36
Quadro 6 – Trabalhos publicados em anais sobre “Modelagem Matemática” entre 2010 a 2019	44
Quadro 7 - Descrição da intervenção pedagógica, associando objetivos e atividades desenvolvidas.....	65
Quadro 8 - Organização dos alunos por grupo.....	66
Quadro 9 - Escolha dos subtemas por grupo	68
Quadro 10 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 1	79
Quadro 11 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 2	79
Quadro 12 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 3	80
Quadro 13 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 4	80
Quadro 14 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 5	81
Quadro 15 - Quadro comparativo do tipo de plantio.....	88
Quadro 16 - Perguntas e Respostas - grupo 1	94
Quadro 17 - Perguntas e Respostas - grupo 2	95
Quadro 18 - Perguntas e Respostas - grupo 3.....	96
Quadro 19 - Perguntas e Respostas - grupo 4.....	97
Quadro 20 - Perguntas e Respostas - grupo 5	98
Quadro 21 – Perguntas “não elaboradas” feitas após a palestra do EA	99
Quadro 22 – Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1	101
Quadro 23 – Problemas de pesquisa do grupo 1	102
Quadro 24 – Problemas de pesquisa do G2.....	103
Quadro 25 - Problemas de pesquisa do G3	104
Quadro 26 – Problemas de pesquisa do G4.....	105
Quadro 27 - Perguntas feitas ao aluno A15 do grupo 3 e suas respostas	122

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	MODELAGEM MATEMÁTICA	11
2.1.1.	Modelagem Matemática no Ensino	11
2.1.2.	Modelagem Matemática nas Ciências Agrárias.....	18
2.2	AGRONEGÓCIO	20
2.3	ESTADO DA ARTE.....	35
3	METODOLOGIA.....	56
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	66
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	156
	REFERÊNCIAS	161
	APÊNDICES	179
	APÊNDICE A	180
	APÊNDICE B.....	182
	APÊNDICE C	183

1 INTRODUÇÃO

O homem pode usar a matemática como instrumento intelectual para interrogar a realidade do seu cotidiano, bem como utilizar modelos matemáticos como ferramentas para coordenar suas ideias e dar consistência a argumentos. De acordo com Bassanezi (2002), na tradução de modelos, o uso da matemática como linguagem simbólica conduz a uma representação da situação problema em termos matemáticos. O referido autor destaca que um modelo matemático pode ser entendido como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representa uma situação, um fenômeno ou um objeto real a ser estudado. O estudo desses modelos começa a aparecer quando o aluno passa a ter contato com os números e símbolos dentro do ambiente escolar.

O ambiente de modelagem está associado à problematização e investigação (BARBOSA, 2004a): a problematização refere-se ao ato de elaborar perguntas e/ou problemas, enquanto a investigação refere-se à busca, seleção, organização e manipulação de informações e à reflexão sobre elas. De acordo com Barbosa (2004a), os dois procedimentos não são separados, mas articulados no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta, levantando questões e realizando investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo.

Durante minha formação no curso de Licenciatura em Matemática, sempre me dediquei ao estudo de modelos e de sua utilidade para sociedade. Assim, após a conclusão do curso de Licenciatura, busquei uma especialização na área aplicada da matemática, dando prosseguimento aos estudos dos modelos aplicados nas Ciências Agrárias e, nesse caso, mais especificamente voltado à Engenharia de Pesca. Inclusive cursei graduação nessa área, a fim de ter maior aproximação dos fenômenos da pesca que se relacionavam com os modelos de matemática, o que foi enriquecedor.

Com alguns anos de experiência como professor de matemática, tive oportunidade de atuar em quase todos os níveis educacionais e sempre busquei mostrar diversas formas de aplicabilidade da matemática no cotidiano. Assim, posso inferir, com base na minha prática docente, que o baixo desempenho dos discentes em matemática reflete uma abordagem da disciplina muito superficial e que uma metodologia que valoriza o conhecimento prévio do aluno, ou seja, suas raízes, abre novos horizontes e desperta aluno e professor, motivando-os em suas ações e promovendo aprendizagem. Também percebo que a matemática passa a ter sentido para o aluno, quando ele percebe que os modelos matemáticos fundamentam muitas das decisões que se deve tomar

Nesse sentido, é importante que haja uma relação entre esses conhecimentos prévios e o conteúdo abordado, visto que a interdisciplinaridade e a contextualização foram propostas como princípios pedagógicos estruturadores do currículo para atender o que a lei 9394/96 estabelece quanto às competências, ou seja: vincular a educação ao mundo do trabalho e à prática social; compreender significados; ser capaz de continuar aprendendo; preparar-se para o trabalho e o exercício da cidadania; ter autonomia intelectual e pensamento crítico; ter flexibilidade para adaptar-se a novas condições de ocupação; compreender os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos; relacionar a teoria com a prática (BRASIL, 2000). Ademais, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) diz que “conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais” (BRASIL, 2017, p. 265).

Então, como professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, atuando no ensino médio técnico e superior na área de Ciências Agrárias no município de Porto Grande, Estado do Amapá, nos cursos técnico de nível médio em agroecologia, agronegócio e agropecuária e Engenharia Agrônômica, pude perceber a lacuna existente entre a matemática e as disciplinas específicas da área de Ciências Agrárias, que se encontram desarticuladas. Também observei que os alunos de tais cursos não reconhecem a importância da matemática no contexto em que vivem.

Diante disso, trabalhar em um campus agrícola está sendo um desafio, pois há necessidade de aproximar o ensino da matemática da realidade dos alunos, de modo que faça sentido para eles no seu dia a dia. Nesse contexto, senti necessidade de me especializar, buscando um mestrado profissional a fim de aprimorar novas formas de ensinar e enriquecer o conhecimento. Assim, no final do ano de 2018, fui aprovado no programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) da Universidade do Vale do Taquari – Univates.

Ao iniciar aulas no Mestrado, não tinha ideia do que realmente desenvolveria como trabalho de pesquisa, mas tinha certeza de que minha paixão por modelagem seria contemplada. Quando cursei a disciplina “Pesquisa em Ensino e Estágio Supervisionado”, que tinha como objetivo o desenvolvimento de uma prática pedagógica com os alunos, de acordo com sua área de interesse, optei por usar a modelagem. Naquele momento, pensei no meu *campus*, onde os alunos têm muitas aulas práticas na fazenda experimental do *campus*, com professores de área específica. Então,

pensei em uma forma de usar Modelagem Matemática com os alunos do 1º ano do Ensino Médio do curso Técnico, vinculando com os conteúdos trabalhados pela professora da disciplina de Agricultura I. Essa docente, com formação em engenharia agrônoma, possibilitou o entendimento dos alunos por temas na área de agronegócios, integrados com a matemática.

Diante disso, desenvolvi com esses alunos um trabalho¹ intitulado “Modelagem Matemática nos sistemas de produção agrícola: Elementos para uma prática pedagógica”, com o objetivo de qualificar o aluno do ensino médio para o mercado de trabalho, bem como estimular áreas de pesquisa e extensão. Inicialmente, expus o projeto aos alunos de maneira detalhada, em forma de *slides* e, na sequência, dividi a turma em cinco grupos compostos por sete alunos, em média, sorteando um tema por grupo. Os temas selecionados relacionavam-se a sistemas de produção de vegetais mais comuns na região e com considerável valor econômico, quais sejam: cultivo de tomate (Grupo I), cultivo de couve-flor (Grupo II), cultivo de pimentão (Grupo III), cultivo de pepino (Grupo IV) e cultivo de berinjela (Grupo V). Os alunos foram informados de que teriam uma área (fictícia) de dois hectares para desenvolverem seu sistema de produção.

Foram realizados um total de 10 encontros, em que eu, como professor de matemática, atuei apenas como mediador do processo. Cada encontro foi marcado por uma tarefa diferente, como pesquisa do tema, construções de gráficos, tabelas, dentre outras, com duração de 2 horas-aula, ocorrendo dentro e fora da sala de aula. Por fim, após a conclusão das atividades, cada grupo apresentou sua pesquisa, sendo avaliado por mim, professor de matemática, e pelo professor da disciplina específica (Agrônomo). No final de cada apresentação, foi feita uma reflexão acerca da utilização da Modelagem Matemática como ferramenta para compreensão dos conteúdos estudados.

Diante dos resultados obtidos por meio do desenvolvimento das atividades, pude concluir que a metodologia da Modelagem Matemática é uma prática que pode ser incorporada ao fazer pedagógico do professor, pois, além de possibilitar a apresentação dos conteúdos, como considera os interesses dos alunos e as situações da vida, desperta a curiosidade e a motivação pela matemática. Isso vai contrastando com a aula dita tradicional², na qual o aluno, em geral, mostra

¹ A atividade foi apresentada no III Congresso Internacional de Ensino e Aprendizagens, VII Seminário Institucional do Pibid/Univates e I Seminário de Residência Pedagógica da Universidade do Vale do Taquari - Univates na categoria “relato de experiência”, no período de 27 a 30 de novembro de 2019.

² Em que o professor, indivíduo sábio, dotado do conhecimento, dono da verdade, representa o ensino, e o aluno, por sua vez, representa o aprendizado (SCHNEIDER et al., 2013).

desinteresse pelos temas abordados e passa, muitas vezes, a detestar a disciplina, o que leva a um baixo desempenho. Pesquisas e estudos de casos demonstram que fazer uso da Modelagem Matemática em situações cotidianas propicia que o aluno melhore o aprendizado e, conseqüentemente, manifeste mais interesse pela Matemática (BARBOSA, 2001).

Por meio da Modelagem Matemática há possibilidade de o professor proporcionar um ensino com características construtivistas, pois durante as aulas o aluno é ativo no processo e deve dialogar com o objeto de conhecimento. A Modelagem Matemática, de acordo com Ferruzzi (2003), é reconhecida como alternativa pedagógica que contribui nos processos de ensino e de aprendizagem, apesar de que seu emprego como estratégia em diversos níveis de ensino ainda é uma prática que necessita de estudos.

As práticas escolares com Modelagem Matemática, de acordo com Barbosa (2001), são influenciadas por parâmetros da Matemática Aplicada, mas existem limitações na transferência conceitual para fundamentar a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Por conta disso, Barbosa (2001) defende a necessidade de uma perspectiva teórica que se ancore na prática de Modelagem Matemática e faça dela seu objeto de crítica, a fim de nutrir a própria prática. Diante desse contexto, o referido autor destaca que os debates sobre o que é verdadeiro e sobre o que é válido nessa metodologia de ensino, ou mesmo acerca do que pode funcionar ou não, amadurecem com as experiências nas escolas.

As atividades desenvolvidas com os alunos do curso técnico em agronegócio, promovidas pela disciplina de estágio supervisionado do mestrado, fizeram com que eu refletisse sobre minha prática pedagógica, pois percebi, durante a realização da proposta, que precisava aperfeiçoar minha forma de ensinar. Deparei-me com as ideias de Ponte (2018), que comenta que é comum olharmos para os problemas e prática dos outros, enquanto muitas vezes, deveríamos olhar também para a nossa própria prática. Se existem dificuldades, por que não investigar para compreendê-las, tentando melhorar? É realmente nosso papel, como educadores, buscar novos rumos, mudar nossa prática, nos reinventarmos para que nossos alunos sintam o prazer pela pesquisa e queiram aprender. Nesse sentido, vi no mestrado uma forma de aperfeiçoar minha prática pedagógica e fazer algo com aplicabilidade em relação à construção do projeto de dissertação, com vistas a ajudar meus alunos no que diz respeito ao aprendizado da matemática, vinculando alguns conceitos matemáticos à realidade dos alunos.

Assim, comecei a observar as atividades do município de Porto Grande-AP, onde está localizado o *Campus* do IFAP, no qual executo exerço minha atual função de professor. Porto Grande dista 100 Km de Macapá, um dos maiores produtores de alimentos, em especial, hortifrutigranjeiros e cuja produção é, majoritariamente, oriunda da agricultura familiar, sendo considerado principal polo produtivo do Estado. A principal atração turística da cidade é o “Festival do Abacaxi”, realizada no início do mês de setembro e que reúne mais de 60000 visitantes, oriundos de todas as regiões do Amapá. Além de evidenciar a produção agrícola da região, o festival conta com culinária típica, exposições do Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e o tradicional concurso de beleza que elege a Rainha do Festival do Abacaxi. A 1ª edição do Festival aconteceu na década de 1992, quando Porto Grande ainda era distrito da cidade de Macapá (GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ, 2010).

O Instituto Federal do Amapá – *Campus* Porto Grande - iniciou suas obras de implantação com previsão para início das aulas no primeiro semestre de 2015, para atender às necessidades educacionais da população. Na perspectiva de atingir um número máximo de municípios do Estado, iniciou seus projetos de expansão no interior do Amapá. Assim, o município de Porto Grande foi uma das regiões contempladas com o polo da rede federal de ensino, compondo um *campus* agrícola. Diante disso, o papel do Instituto Federal está relacionado à promoção de mão de obra qualificada e de qualidade na produção da cultura, no comércio e escoamento da produção, levando em consideração os aspectos ambientais e financeiros. Por exemplo, no que diz respeito à cultura do Abacaxi, há envolvimento dos alunos do Instituto durante o festival, principalmente na divulgação de nossos cursos agrícolas. É importante mencionar que durante o festival, o Instituto oferece minicursos, palestras, orientações e consultorias aos públicos acerca do cultivo e produção do produto.

Pelo fato de o município se destacar na produção de abacaxi, resolvi incorporar esse tema – Abacaxi – na prática pedagógica, pois observei que está presente na vida dos alunos e da população. Além disso, busquei contribuir para a formação dos alunos do curso de agronegócio, qualificando-os para o mercado de trabalho, bem como estimulando-os para as áreas de pesquisa e extensão. Portanto, o foco deste estudo foi relacionar a matemática com o tema Abacaxi, buscando que os alunos sentissem prazer em estudar e tivessem o gosto pela pesquisa despertado.

Segundo Castro (2015), a Educação Matemática procura essas transformações, envolvendo não só o ensino da matemática, como também os aspectos sociais, econômicos e políticos. Assim,

é inerente que o professor assuma uma postura de profissional pesquisador e reflexivo, tendo o compromisso de investigar e refletir sobre sua prática no dia a dia. Aliado a isso, o ensino da matemática por meio da Modelagem Matemática, segundo Barbosa (2004, p. 2), proporciona “motivação, facilitação de aprendizagem, preparação para utilizar a Matemática em diferentes áreas, desenvolvimentos de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sócio – cultural da matemática”.

Diante desse contexto, o problema de pesquisa investigado foi: Que implicações pedagógicas emergem do uso de atividades envolvendo Modelagem Matemática, com alunos do 2º ano do curso técnico em Agronegócio?

Defini, então, como objetivo geral, analisar implicações pedagógicas do uso da Modelagem Matemática com um grupo de alunos do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio. E, como objetivos específicos, estabeleci:

i) Identificar relações matemáticas que emergiram do desenvolvimento de uma prática pedagógica com foco na Modelagem Matemática utilizando a temática “Abacaxi”, com um grupo de alunos do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio;

ii) Identificar reações dos alunos diante de atividades envolvendo Modelagem Matemática e o tema Abacaxi;

iii) Descrever as vantagens e desvantagens do uso da Modelagem Matemática na prática pedagógica.

Para atingir os referidos objetivos, desenvolvi a pesquisa com uma turma de 2º ano do Curso Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP) - *Campus* Porto Grande (AP). As atividades foram desenvolvidas totalmente de forma virtualizada, durante o segundo semestre letivo de 2020, em função do aumento do número de casos da pandemia da Covid-19. Essa turma atualmente é composta por trinta alunos - 17 mulheres e 13 homens - que estudam no período integral, sendo a maioria oriunda da zona rural, mas apenas foi possível realizar as atividades com 20 alunos que tinham acesso à *internet* e se disponibilizaram a desenvolver as atividades propostas nesta pesquisa.

Como pesquisa qualitativa, a observação desempenhou papel imprescindível no processo, todavia, na fase de coleta de dados, seu papel tornou-se mais evidente. Por ser utilizada, em muitas pesquisas, como único instrumento para a obtenção de dados e por estar presente também em outros momentos da pesquisa, “a observação pode ser considerada como método de investigação” (GIL,

2008, p. 100). No caso desta pesquisa, porém, para coleta dos dados, utilizei ainda, os seguintes instrumentos, conforme indicado por Yin (2010): registros das atividades por meio de gravações em vídeo e áudio; apontamentos em um diário de campo do professor; e uma entrevista que foi aplicada no final da intervenção.

A intenção deste trabalho foi desenvolver uma prática pedagógica por meio da Modelagem Matemática como metodologia de ensino no curso técnico em agronegócio. Assim, no segundo capítulo, apresento a base de sustentação teórica desta pesquisa, a qual foi dividida em três seções. Na primeira seção, denominada de “Modelagem Matemática”, faço um resumo referente ao contexto nacional da Modelagem Matemática, dividindo essa seção em duas subseções. Na subseção “Modelagem Matemática no ensino”, apresento definições acerca da metodologia utilizada e os procedimentos adotados para a realização da pesquisa, a partir da visão de alguns autores. Na outra subseção, “Modelagem Matemática nas Ciências Agrárias”, destaco algumas aplicações de modelos matemáticos nessa área.

Na segunda seção, abordo uma visão geral do Agronegócio, enfatizando seu desenvolvimento e crescimento no país. Em seguida, discuto a relação da matemática com o agronegócio, bem como exemplos de aplicações no Produto Interno Bruto (PIB), balança comercial e outros, frutos da expansão do agronegócio. Por fim, na seção denominada o “Estado da Arte”, exponho algumas pesquisas desenvolvidas no âmbito da Modelagem Matemática com alunos do ensino médio técnico, divididas entre dissertações, teses e artigos publicados em anais no Brasil.

No terceiro capítulo, apresento a metodologia utilizada na pesquisa, bem como os instrumentos utilizados na coleta de dados. No quarto capítulo, desenvolvo a análise e a discussão dos resultados provenientes da intervenção pedagógica e no quinto, apresento as considerações finais desta pesquisa. Por fim, apresento as referências e os apêndices da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo discuto o papel da Modelagem Matemática, sua relação no ensino e aplicações de modelos matemáticos nas ciências agrárias. Também trato do agronegócio, sua origem e crescimento no Brasil. Apresento também discussões acerca da relação entre o agronegócio e a Matemática, citando diversos exemplos. Em seguida, menciono trabalhos já desenvolvidos no âmbito da Modelagem Matemática e ensino médio técnico e até mesmo trabalhos já apresentados em eventos de grande relevância para pesquisa no Brasil.

2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção, apresento os pressupostos teóricos que sustentam esta pesquisa, discutindo algumas ideias relacionadas ao estudo de Modelagem Matemática e sua importância para o ensino de Matemática. Em seguida, destaco o uso de Modelagem nas Ciências Agrárias, bem como suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento.

2.1.1. Modelagem Matemática no Ensino

A ciência matemática dos dias contemporâneos tem assumido importância na estrutura da sociedade, sendo consolidada tanto no campo da pesquisa e desenvolvimento de bases e conceitos, como ferramenta e estudo de apoio para outros campos do conhecimento. Nesse contexto, a Modelagem Matemática é uma alternativa de ensino que “visa a dar ao aluno mais liberdade, mais autonomia para o seu pensar, raciocinar, estimar e dar razão ao pensamento criativo, estimulado pela motivação e criatividade” (ABDANUR et al., 2004, p. 2). Assim, o educando poderá desenvolver sua própria autonomia, ajudar na formulação de novos conceitos, apropriando-se deles, e fornecer significado às ideias matemáticas, dando sentido aos conteúdos.

O vocábulo modelagem, segundo Houaiss (2014), significa “atribuir feição”, “dar forma a algo de acordo com um modelo”, enquanto modelo é “tornar ótimo ou ideal”, ou seja, extrair o melhor rendimento possível para qualquer área de atividade (HOUAISS, 2001). Para Michaelis (2014), é o “ato de modelar”, levando a considerar a Modelagem Matemática, em termos iniciais, como a forma de aplicação do modelo matemático. Assim, é importante compreender o sentido do

modelo matemático, para então empreender a respeito do ato de seu manejo, visto que seu uso ajuda a tomar decisões importantes a respeito de uma situação do cotidiano.

Diversos autores, como D’Ambrósio (1986), Burak (1992), Biembengut (1999), Barbosa (2001), Bassanezi (2002), Biembengut e Hein (2018), entre outros, sugerem que a Modelagem Matemática seja o caminho para traduzir a linguagem do mundo real para o mundo matemático. Segundo Bassanezi (2002), a modelagem aplicada ao ensino pode ser um caminho para despertar interesse, ampliar o conhecimento do aluno e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir.

Segundo D’Ambrósio (1986), a modelagem é definida pelas estratégias elaboradas pelo indivíduo, que, ao observar a realidade, recebe informações sobre determinada situação e busca, por meio da reflexão, transformá-la em um modelo para que este seja resolvido. O autor defende a ideia de que a aprendizagem envolve reflexão e ação e, com isso, a realidade escolar acaba sendo modificada.

Biembengut e Hein (2018, p. 13) descrevem o modelo matemático como “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real”, ou seja, consiste na transcrição de um evento em análise, em termos e signos matemáticos. Almeida et al. (2012, p. 9) ainda reforçam: “Um modelo matemático é, portanto, uma representação simplificada da realidade sob a ótica daqueles que a investigam”.

Entende-se, dessa forma, o modelo matemático como a linguagem matemática planejada em concordância com um determinado nicho de possíveis situações idênticas ou análogas, considerando suas peculiaridades, como dados envolvidos, possíveis influências e condições de existência, podendo ocorrer em diferentes formas – axiomas, algoritmos, gráficos, dentre outros. Assim, demarcado e isolado o problema inicial para observação, a “Modelagem Matemática pode ser compreendida como o ato de transcrição deste por meio do modelo adequado, havendo ponderado similaridades com casos e estudos anteriores, visando a conduzir a uma possível solução” (BASSANEZI, 2006, p. 24).

De acordo com Almeida et al. (2012), a Modelagem Matemática é constituída de quatro etapas, a saber: Inteiração; Matematização; Resolução e Validação; e Interpretação de Resultados. Para esses autores, a inteiração representa um primeiro contato com a situação-problema a ser estudada, com a finalidade de conhecer suas características e especificidades, ou seja, é o ato de compreensão da situação inicial em voga, que permite a visualização mental e a confecção do

problema (ALMEIDA et al., 2012). Consideradas as hipóteses pertinentes à análise em curso, a matematização envolve a reprodução da base constituída na etapa anterior, para uma representação matemática, o que pode exigir apreensão de conceitos e técnicas. A resolução, ainda de acordo com os referidos autores, abrange o desenvolvimento ou adaptação do modelo para o problema em evidência, conforme a similaridade dos dados identificados, e a execução do plano e das estratégias estabelecidas pelo pesquisador, aplicando o modelo concebido de forma a localizar respostas para as perguntas e hipóteses formuladas acerca do problema.

Cumpridos os quesitos anteriores, de acordo com Almeida et al. (2012), é realizada a análise de julgamento dos resultados obtidos no processo, confrontando-os com a situação-problema em questão e as hipóteses levantadas, no intuito de conjecturar se foram alcançados os objetivos propostos, ou seja, se a solução identificada é suficiente e satisfatória para os requisitos elencados no princípio do projeto. A negativa também é relevante e cuidadosamente ponderada, pois, nesse caso, segundo Almeida et al. (2012), falseado o processo, torna-se oportuno reavaliar as hipóteses consideradas (se a correlação é correta, avaliar a que grau as hipóteses não contemplam o que se questiona), a estrutura matemática empregada e a transcrição dos dados extraídos da resolução, para então, a partir dessa releitura, retornar para a etapa de matematização.

Existe também a possibilidade de existirem variadas soluções para uma mesma conjuntura observada. Nessa ocasião, é válido, ao pesquisador, contrapor fatores, analisando qual alternativa demanda menor volume de esforços, tempo e recursos para que se estabeleça, de modo a consolidar fundamentos que viabilizem a escolha de uma melhor opção (ALMEIDA et al., 2012).

Ainda sobre Modelagem Matemática, destaco aqui as etapas sugeridas por Burak (2004), uma vez que essas nortearam esta pesquisa. O autor compreende a Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa para o Ensino de Matemática, que deve ser iniciado a partir do interesse dos envolvidos no processo, e aponta alguns resultados importantes no uso dessa metodologia:

I) Maior interesse dos grupos, aos quais são oferecidas oportunidades de escolha e de discussão de temas que julgarem interessantes, podendo compartilhar ideias com os colegas e o professor;

II) Interação maior nos processos de ensino e de aprendizagem, pois, aos grupos de alunos, é oportunizado um trabalho com temas significativos e de que gostam, o que os torna corresponsáveis pela aprendizagem;

III) Demonstração de uma forma diferenciada de conceber a educação e, em consequência, adoção de uma nova postura do professor, diferente da postura de transmissor de conteúdos. Ao compartilhar o processo de ensino com os grupos, entende-se que o professor favorece o estabelecimento de relações mais afetivas entre ele e os alunos envolvidos no processo.

Em um trabalho que envolva a Modelagem Matemática na sala de aula, Burak (2004) ressalta cinco etapas:

- a) escolha do tema;
- b) pesquisa exploratória;
- c) levantamento dos problemas;
- d) resolução do(s) problema(s) e desenvolvimento da matemática relacionada ao tema;
- e) análise crítica da(s) solução(ões).

A escolha do tema, na concepção de Burak (2004), deve vir dos interesses dos grupos envolvidos no processo, partindo dos conhecimentos que cada aluno tem sobre o assunto a ser abordado. Esses cuidados tornam o ensino da matemática dinâmico e mais significativo para os estudantes e os grupos. O professor pode apresentar aos discentes alguns temas e incentivá-los na busca de outros que sejam de seus interesses.

Nessa metodologia, os conteúdos a serem trabalhados são determinados por problemas que são levantados por meio de uma pesquisa exploratória ou pesquisa de campo. Ao contrário do currículo linear, os problemas sugeridos pelos grupos vão determinar os conteúdos a serem trabalhados, o que gera, muitas vezes, insegurança e preocupação entre os professores, que recebem currículos ordenados com os conteúdos estabelecidos de acordo com os anos de escolaridade. Essa postura, então, é um desafio a ser superado, como afirma o autor:

A Modelagem enseja, ainda de forma natural e indissociável, o ensino e a pesquisa, pois ao trabalhar com temas diversos, de livre escolha do grupo ou dos grupos, favorece a ação investigativa como forma de conhecer, compreender e atuar naquela realidade. Não se pode intervir, de forma adequada, numa realidade que não se conhece. Assim, ao trabalhar um tema, procura-se conhecer as várias dimensões ou aspectos envolvidos que compõem essa realidade. Por exemplo, ao se trabalhar com o tema a “indústria cerâmica”, procura-se conhecer as várias dimensões que constituem essa realidade, sejam elas políticas, sociais, econômicas, estruturais, dentre outras (BURAK, 2004, p. 5).

Dessa forma, as dimensões mencionadas pelo autor foram consideradas neste estudo e levantadas na pesquisa de campo. A experiência de campo auxiliou na terceira etapa - levantamento dos problemas -, pois esse tipo de metodologia capacita o aluno a

realizar uma leitura mais atenta da realidade, atributo importante na formação de um pesquisador. Na Modelagem Matemática, os problemas apresentam características distintas dos problemas apresentados na maioria dos livros textos, pois são consequência da coleta dos dados, de natureza qualitativa ou quantitativa, provenientes da pesquisa exploratória:

- . São elaborados a partir dos dados coletados na pesquisa de campo;
- . Possuem geralmente caráter genérico;
- . Estimulam a busca e a organização dos dados;
- . Favorecem à compreensão de uma determinada situação (BURAK, 2004, p. 5).

Também nesse horizonte, na quarta etapa do processo, os problemas elaborados determinaram os conteúdos trabalhados, pois, conforme declara o pesquisador: “Ainda, no contexto do tema escolhido, podem ser desenvolvidos vários conteúdos matemáticos provenientes dos dados coletados a partir das hipóteses levantadas pelo professor ou pelos grupos” (BURAK, 2004, p. 6). Nessa etapa, foi oportunizada a construção dos modelos matemáticos como uma representação e tal construção dependeu da situação-problema que os alunos investigaram.

A quinta e última etapa proposta por Burak (2004) consiste na análise crítica das soluções, contribuindo para a formação de cidadãos participativos. Dessa forma:

A análise crítica das soluções é a etapa marcada pela criticidade, não apenas em relação à matemática, mas em outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que muitas vezes são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É uma etapa que favorece a reflexão acerca dos resultados obtidos no processo e como estes podem ensejar a melhoria das decisões e ações (KLUBER, 2016, p. 4).

Assim, esta pesquisa envolvendo Modelagem Matemática seguiu as cinco etapas, de acordo com Burak (2004) e teve o intuito de favorecer a interação do aluno com o meio ambiente, uma vez que o ponto de partida foi um tema do cotidiano do grupo de alunos participantes. Ademais, o objetivo foi contribuir para um melhor desenvolvimento e para o crescimento dos estudantes, que, ao percorrerem o caminho do trabalho desenvolvido, tiveram a possibilidade de questionar e buscar soluções para a situação-problema em estudo.

De fato, a Modelagem Matemática permite analisar e explicar um problema e tomar decisões sobre ele. Além disso, requer coleta de informações, formulação e testagem de hipóteses, bem como obtenção e validação (ou não) de modelos para determinada situação. Dessa forma, torna a matemática escolar mais interessante, oportunizando ao aluno o processo de reflexão-nação. Para Donzele (2004), essa reflexão faz com que o aluno compreenda a sua ação, reorganize ou aprofunde o seu conhecimento acerca do problema em estudo e, interagindo com os conhecimentos construídos, desenvolva sua competência profissional futura.

A Modelagem Matemática abrange também a metodologia de construção do conhecimento matemático aplicado, compreendendo todo o processo inventivo dessa ciência, o que justifica a máxima lançada por D'Ambrósio (em prefácio de BASSANEZI, 2002, p. 11): “A Modelagem Matemática é matemática por excelência”. Assim, é uma alternativa para o ensino e a aprendizagem da Matemática, que pode proporcionar, aos alunos, oportunidade de estudar situações-problema de sua realidade e solucioná-las, despertando seu interesse e desenvolvendo conhecimento mais crítico e reflexivo acerca dos conteúdos da matemática escolar. A partir do uso da modelagem em situações da vida diária, de acordo com Burak (2004), os alunos aprendem e, conseqüentemente, interessam-se mais pela Matemática.

É importante frisar, também, que a Modelagem Matemática nem sempre supre por completo a necessidade de aprendizagem de todos os alunos, pois os cenários de investigação trazem um desafio para o professor, tendo em vista que não pode prever as reações e questões expostas por eles. Cada aluno, turma e situação é diferente e se a forma como a investigação é apresentada ao aluno não for adequada, isso pode impedir que o nível de aprendizagem desejado seja atingido. Assim, podem existir pontos negativos na metodologia, entretanto a solução não é retornar à zona de conforto, mas, sim, ter habilidade para atuar no novo ambiente.

No contexto de ensino e de aprendizagem da Matemática, quanto à relação entre professor e aluno em práticas pedagógicas que utilizam a Modelagem Matemática, ocorre um envolvimento por parte do aluno, pois ele passa a buscar a construção do conhecimento, com intervenção do professor. Segundo Barbosa (2004a), a Modelagem Matemática propicia debates e tomadas de decisões que envolvem aplicações matemáticas, contribuindo para a democratização de sociedades. O autor apresenta argumentos favoráveis que decorrem do ensino por meio da Modelagem Matemática, tais como a motivação, a facilitação da aprendizagem, a preparação para o uso da Matemática em áreas diferentes e o desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática.

Para a materialização, ou seja, a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, Barbosa (2004b, p. 4-5) identifica três regiões de possibilidades, as quais chama de casos:

I) No caso 1, o professor apresenta um problema devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação;

II) No caso 2, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas precisam sair da sala de aula para coletar dados;

III) No caso 3, são desenvolvidos projetos a partir de temas “não-matemáticos”, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Aqui, a formulação e a resolução do problema, bem como a coleta de dados, são tarefas dos alunos.

Os três casos apresentados por Barbosa (2004b) são categorizados de acordo com a quantidade de tarefas designadas ao professor e/ou aos alunos dentro da atividade de modelação. O Quadro 1 apresenta a distribuição das tarefas, segundo o autor:

Quadro 1 – Classificação de casos de Modelagem Matemática

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração de situação-problema	Professor	Professor	Professor/Aluno
Simplificação	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Resolução do problema	Professor/Aluno	Professor/Aluno	Professor/Aluno

Fonte: Barbosa (2004, p. 4-5).

De acordo com a distribuição de tarefas propostas, à medida que diminui a quantidade de tarefas designadas ao professor, aumentam as tarefas dos alunos, transferindo para estes a responsabilidade da solução do problema. Nesse contexto, o aluno torna-se cada vez mais independente, sem tirar do professor a responsabilidade pela condução do processo.

Barbosa (2004b) ainda sugere que, para um professor iniciante na metodologia de ensino por Modelagem Matemática, o ideal seria optar pelo caso 1, tomando para si a maior quantidade de tarefas a serem desenvolvidas para, à medida que adquirir maior confiança, transferir mais tarefas aos alunos, optando pelos outros casos. Nesse sentido, o desenvolvimento desta pesquisa foi vinculado ao caso 2, ou seja, os alunos depararam-se com o problema para investigar, coletaram dados e, posteriormente, chegaram à resolução do problema. Dessa forma, como professor, desenvolvi uma postura predominante de mediador entre o conhecimento e o aluno, deixando de ser aquele que possui e transmite o conhecimento, para assumir o papel de quem oportuniza a aquisição do conhecimento, ou seja, de quem ensina a aprender.

Para alguns autores, a etapa da elaboração de um modelo matemático é considerada essencial. De acordo com Barbosa (2004a), uma atividade de Modelagem Matemática consiste na escolha de um tema, a partir do qual é formulado um problema. A busca pela solução desse problema leva o aluno a levantar hipóteses, simplificá-las e coletar dados para a resolução matemática do mesmo. Assim, o autor acredita que modelos matemáticos são modos de representar

a realidade e que tabelas, gráficos e funções são apenas alguns exemplos de modelos matemáticos. Em muitos casos, a resolução de um problema acarreta na formulação de um modelo matemático, porém gráficos, funções ou equações não são os únicos considerados como modelos - eles são apenas consequências de atividades desenvolvidas com Modelagem Matemática (BIEMBENGUT; HEIN, 2018).

A Modelagem Matemática no ensino é uma estratégia de aprendizagem, em que o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas caminhar seguindo etapas nas quais o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Ou seja: “Com a modelagem os processos de ensino e de aprendizagem não ocorrem no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural” (BASSANEZI, 2002, p. 38).

Dentro de uma situação que envolva o ensino por meio da Modelagem Matemática, o aluno deixa a periferia no processo de ensino e de aprendizagem e passa atuar no centro, como um construtor do conhecimento e não mais como um mero observador. Existe, nesse enfoque, uma vantagem pedagógica inquestionável, visto que a interação do educando com a construção/reconstrução de um modelo matemático enseja a mobilização de diversas competências e habilidades necessárias e essenciais ao seu desenvolvimento cognitivo e intelectual (SILVA, 2014).

2.1.2. Modelagem Matemática nas Ciências Agrárias

“A Modelagem Matemática tem como pressuposto a problematização de situações do cotidiano. Ao mesmo tempo em que propõe a valorização do aluno no contexto social, procura levantar problemas que sugerem questionamentos sobre situações da vida” (PARANÁ, 2008, p. 64). Está vinculada ao aproveitamento de métodos matemáticos e computacionais, à elaboração de modelos matemáticos e à busca de soluções para problemas atuais, nas mais diversas áreas do conhecimento.

Nesse contexto, é utilizada em diversas situações e áreas, como: proliferação de doenças bovinas, produção de matérias para construção civil, estratégias de pesca, efeitos biológicos de radiações, doenças infecciosas, movimentação de animais, movimento de rios, estratégias de vacinação, teoria da decisão, identificação de sistemas, crescimento de cidades, tráfego urbano, armazenamento e secagem de grãos, controle biológico de pragas, extração de óleos vegetais,

meios reagentes ionizados, entre outras (UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Em relação às atividades agropecuárias e à área de Ciências Agrárias, de acordo com Castro et al. (2018), a Matemática está presente no desenvolvimento dessas atividades e encontra-se cada vez mais inserida e propensa a absorver as inovações tecnológicas existentes atualmente. Em se tratando de uma área altamente sujeita à mudança decorrente da sua dinâmica evolutiva, as ciências agrárias apresentam uma alta taxa de desenvolvimento e isso depende dos profissionais que irão atuar na área e de que maneira eles otimizarão os meios de produção (MIGUEL; NATTI, 2018).

Por isso, a Matemática é importante na obtenção de uma maior produtividade e, conseqüentemente, maior lucro, pois os modelos de simulação podem servir como método para avaliar e refinar técnicas de manejo em muitos tipos de sistema de produção (ANGELINI; CANTELMO e PETRERE, 1992). No contexto das Ciências Agrárias, a contextualização acontece quando há articulação entre as áreas básicas e as específicas dos cursos. O professor de matemática, de acordo com Pereira e Junior (2018), deve manter um diálogo com os professores de disciplinas técnicas e usar dados, experimentos, exemplos contextualizados que possam proporcionar sentido à disciplina e assim dar mais motivação às aulas.

A presença da Modelagem Matemática na agropecuária é mais frequente do que se pode imaginar, ou seja, se faz necessária: na regulagem de uma plantadeira, de uma bomba de aplicação de defensivos; na decisão pela escolha e compra de uma variedade de semente ou adubo; em um determinado financiamento, no cálculo de tempo, juros, comercialização, possibilidade de investimento; ou ainda na criação de peixes. Enfim, agricultura se decide e se faz com muitos cálculos matemáticos e é nessa contextualização que a disciplina de matemática e seus conteúdos pode assumir um significado especial aos educandos (LAZZARI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2018; BOEMO; FIOREZE, 2008).

A modelagem ainda é utilizada para análise de sobrevivência, peso, biomassa, ganho de peso, conversão alimentar, estocagem, qualidade da água, análise do solo, taxa de mortalidade, bem como para a execução de construções rurais. Em produção animal, é comum o uso de modelos para a descrição matemática de fenômenos biológicos, como o crescimento. Assim, segundo Rondon, Murakami e Sacagut (2002), variáveis quantitativas são tomadas para representar fatores que influenciam o fenômeno, com isso dando suporte para classificá-lo.

De maneira simplificada, pode-se classificar os modelos usados nas curvas de crescimento em algumas categorias (THOLON; QUEIROZ, 2009). O crescimento animal é um aspecto importante a ser considerado no momento de avaliar a produtividade nos sistemas dedicados à produção de carne. Em alguns é usado como critério de seleção, mas é necessário ter em conta que depende de fatores ambientais e genéticos. E, para medir o crescimento animal, tem-se utilizado diferentes modelos matemáticos lineares e não lineares, entre outros, sendo que a escolha do melhor modelo é realizada pela qualidade do ajuste e da interpretação biológica de seus parâmetros. Tem-se utilizado também modelos mistos, nos quais os parâmetros estão compostos por efeitos fixos e aleatórios, representando os valores esperados e a variância dos primeiros, respectivamente, o que permite avaliar a variabilidade das diferentes curvas entre os indivíduos de uma população, assim como a covariância entre os parâmetros (GÓMEZ, 2008).

Assim, a Modelagem Matemática permite a integração de conhecimentos das mais variadas áreas relacionadas ao problema em questão e, com isso, esses ³estudos podem ter uma grande abrangência. Conseqüentemente, para os estudos mais complexos é importante o desenvolvimento de projetos que integrem pesquisadores tanto da área biológica, quanto das áreas humanas, exatas e tecnológicas.

2.2 AGRONEGÓCIO

Nesta seção abordo um pouco da história da atividade extrativista e diversos fatores que levaram ao surgimento da agropecuária no Brasil, que é responsável pela movimentação da economia. As crescentes mudanças nesse setor e o deslocamento do homem do campo para cidade fizeram com que a demanda aumentasse e houvesse necessidade da introdução de tecnologias, o que deu origem ao agronegócio. Por ser uma rede da produção rural que vem crescendo no Brasil, é necessário destacar também sua estratégia de funcionamento, participação e evolução no PIB nacional e as exportações por unidade Federativa, que fazem com que o agronegócio ganhe cada vez mais espaço no mercado.

A história do Brasil e de sua economia foi marcada fortemente pelas atividades rurais e foi a partir da exploração madeireira/extrativista do pau-brasil que foi definido o nome do país (SOUZA, 2017). Seu processo de colonização e crescimento está ligado a vários ciclos

³ Esses estudos serão ampliados na dissertação no que tange à relação da Modelagem Matemática e as ciências agrárias.

agroindustriais, como a cana-de-açúcar, no Nordeste, a borracha, na região amazônica, e depois o café que tanto enriqueceu o país. Aliadas a isso, as transformações estruturais da agricultura, ocorridas após o advento da Revolução Industrial, foram diretamente condicionadas pela dinâmica da inovação que conformou as três últimas revoluções tecnológicas na agricultura. Dentre essas, a Revolução Verde (novo modelo de produção), a partir da década de 1960, vem se constituindo no atual cenário, na medida em que a maior parte da produção da agricultura mundial está submetida a esse modo de produção (EMBRAPA, 2003, p. 9).

Dentre as transformações mais recentes, a emergência do conceito de agronegócio deriva da necessidade de ampliar a abrangência do significado histórico da palavra agricultura, que é arte de cultivar a terra. No Brasil, no final dos anos 1990, após um breve e doloroso período de transição, o agronegócio passou a oferecer um estudo das contradições da intensa agricultura capitalista. De acordo com Loris (2016), a intensificação do agronegócio, em última análise, a conversão de atividades agroalimentares e diferentes abordagens agrícolas em produção e comercialização agrícola industrial, tem sido um elemento importante da resposta hegemônica às múltiplas crises da acumulação capitalista na década de 1980 e do esgotamento de um modelo de desenvolvimento amplamente baseado no apoio direto do estado (em meados do século XX).

Diante disso, a defesa agressiva do agronegócio pelos setores público e privado é resultado de uma sinergia orquestrada entre escalas locais de interação e fluxos transnacionais de capital. O desenvolvimento rural contemporâneo foi o resultado da influência das empresas transnacionais, da integração da produção doméstica no comércio global e de vários acordos de livre comércio (HEREDIA et al., 2010). Segundo Richards et al. (2012), nas últimas duas décadas (1995 - 2015), grandes seções da paisagem brasileira foram transformadas pelo avanço do agronegócio, devido à intensificação e à operação conjunta de investimentos de capital público e privado, principalmente desde a segunda metade do governo Cardoso (1995-2002).

Ao longo do seu desenvolvimento, de acordo com Araújo (2010), o Brasil presenciou uma crescente mudança da população do campo para cidade, que foi acompanhada de novas demandas, exigindo uma produção mais eficiente e em maior quantidade. Com isso, o uso de tecnologia tornou-se fundamental, fazendo com que o setor primário ou agricultura passasse a depender de fatores que descaracterizaram a essência do seu conceito de comunidades autossuficientes que vivem de forma extrativa da natureza. Assim, o termo agronegócio, tradução do conceito de *agribusiness*, surge para representar essa nova realidade. Contudo, sua conceituação é um tanto

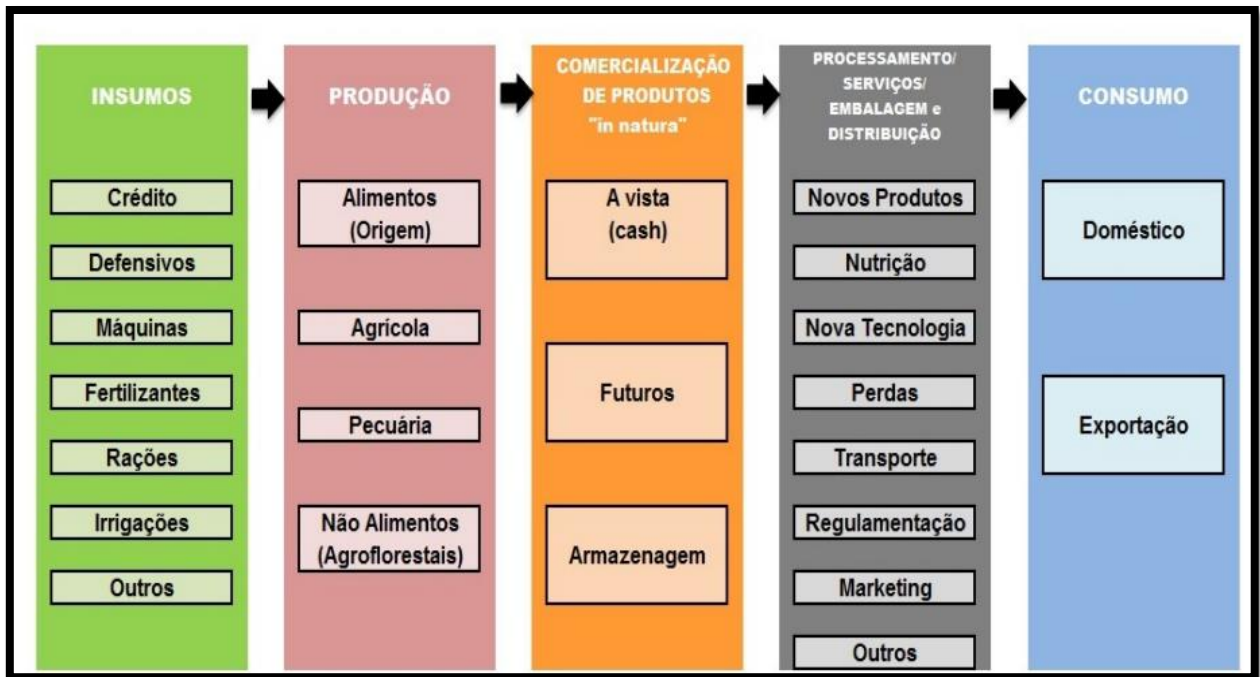
complexa, uma vez que vai além dos limites do campo, unindo as atividades agrícolas, industriais e de serviços. Segundo Coelho (2013, p. 16):

O agronegócio não se limita, assim, especificamente à plantação e cultivo das *commodities* agrícolas (cana, soja, milho, trigo, café etc.), embora esta atividade esteja no centro da rede agronegocial. Também a integram a produção e comercialização de sementes, adubos e demais insumos, distribuição, armazenamento, logística, transporte, financiamento, conferência de qualidade e outros serviços, bem como o aproveitamento de resíduos de valor econômico. É, na verdade, a interligação racional de todas essas atividades econômicas que compõem o agronegócio, e não cada uma delas em separado. [...] O agronegócio é a rede em que se encontram o produtor rural (que sabe plantar e colher soja, mas não compreende e não quer se expor aos riscos da variação dos preços) e a *trading* (cuja *expertise* é o mercado internacional de *commodities* agrícolas, e os instrumentos financeiros que podem poupar os produtores rurais das oscilações dos preços). Cada um, cuidando daquilo que sabe fazer melhor, contribui para a plena eficiência da integração racional da rede de negócios.

Diante do conceito descrito, esse termo se refere ao conjunto de atividades vinculadas à agropecuária. Para Canuto (2004), os avanços tecnológicos aplicados ao agronegócio são a expressão da modernização do campo. Com eles, a produtividade tem aumentado, as safras têm apresentado números cada vez maiores e as receitas econômicas têm crescido.

A análise da cadeia produtiva do agronegócio permite visualizar as ações e inter-relações entre os envolvidos que participam do segmento (BACHA, 2004). Fazem parte do sistema da cadeia produtiva do agronegócio, cinco principais setores: fornecedores de insumos e bens de produção, produção agropecuária, processamento e transformação, distribuição e consumo, serviços de apoio (MENDES, 2007). Segundo Soares e Jacometti (2015), cada um desses segmentos assume funções próprias e específicas, que compõem um elo importante em todo o processo produtivo e comercial, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Estratégia de funcionamento do agronegócio



Fonte: Soares e Jacometti (2015) (Adaptado de Henry de Frahan, 1992).

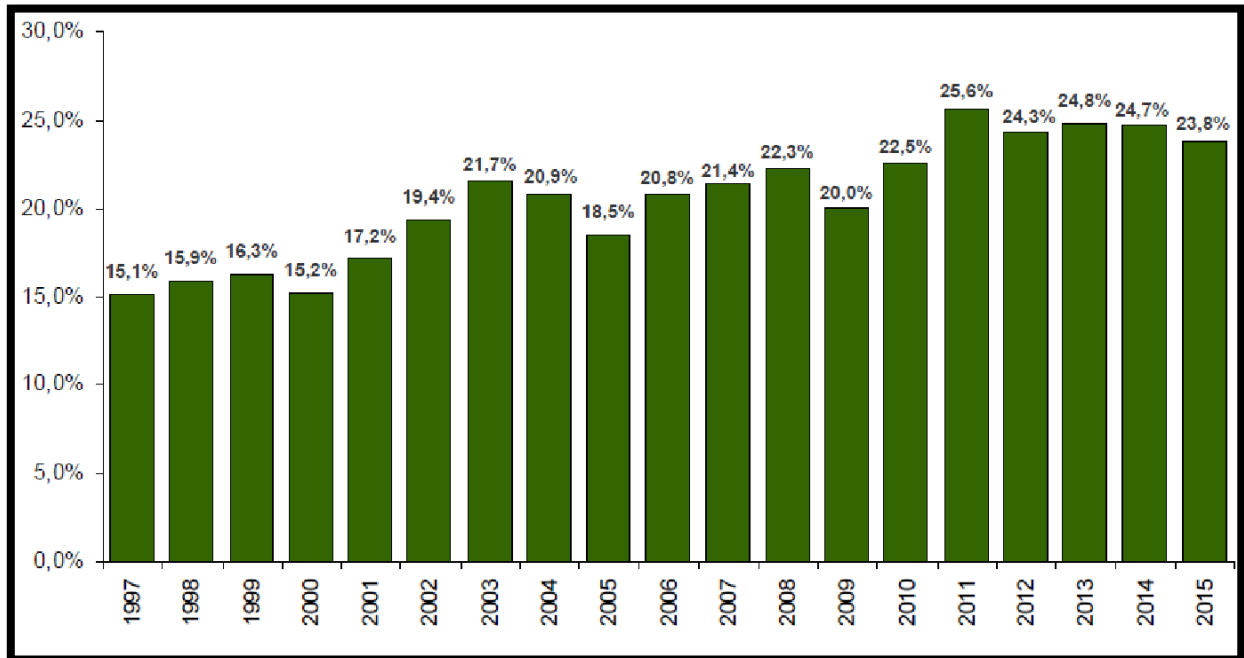
Na Figura 1, pode-se observar uma forte ligação entre os cinco setores do agronegócio, pois configuram um segmento de importância vital para a economia brasileira. Além de gerar emprego e renda, o setor tem contribuído fortemente para a estabilidade macroeconômica, ajudando a amenizar o *déficit* comercial oriundo de outros setores produtivos (GASQUES *et al.*, 2004).

Em termos de participação no mercado nacional, o agronegócio é fundamental para a economia brasileira. Segundo Brasil (2019), no ano de 2010 os produtos brasileiros representavam um em cada quatro produtos agrícolas comercializados pelo mundo, com destaque para a soja, produto que mais se desenvolveu nas décadas de 1980-2010, abrangendo 49% da área de plantação de grãos do país.

Em 2015, o agronegócio brasileiro representou aproximadamente 25% do PIB, 35% das exportações e 40% dos empregos nacionais (BRASIL, 2015). Isso beneficiou, de forma acelerada, a internacionalização da agricultura, devido a constantes transferências tecnológicas (por exemplo, novos agroquímicos, sementes geneticamente modificadas, maquinaria sofisticada e equipamento digital) e à crescente influência de transações agroalimentares globalizadas que conectam fazendas remotas com portos nacionais e consumidores estrangeiros (muitas vezes à custa de comida

tradicional local Produção) (IORIS, 2016). Na Figura 2 pode ser observada a evolução da participação do agronegócio no PIB nacional.

Figura 2 - Participação do Agronegócio no PIB total do Brasil, de 1997 a 2015



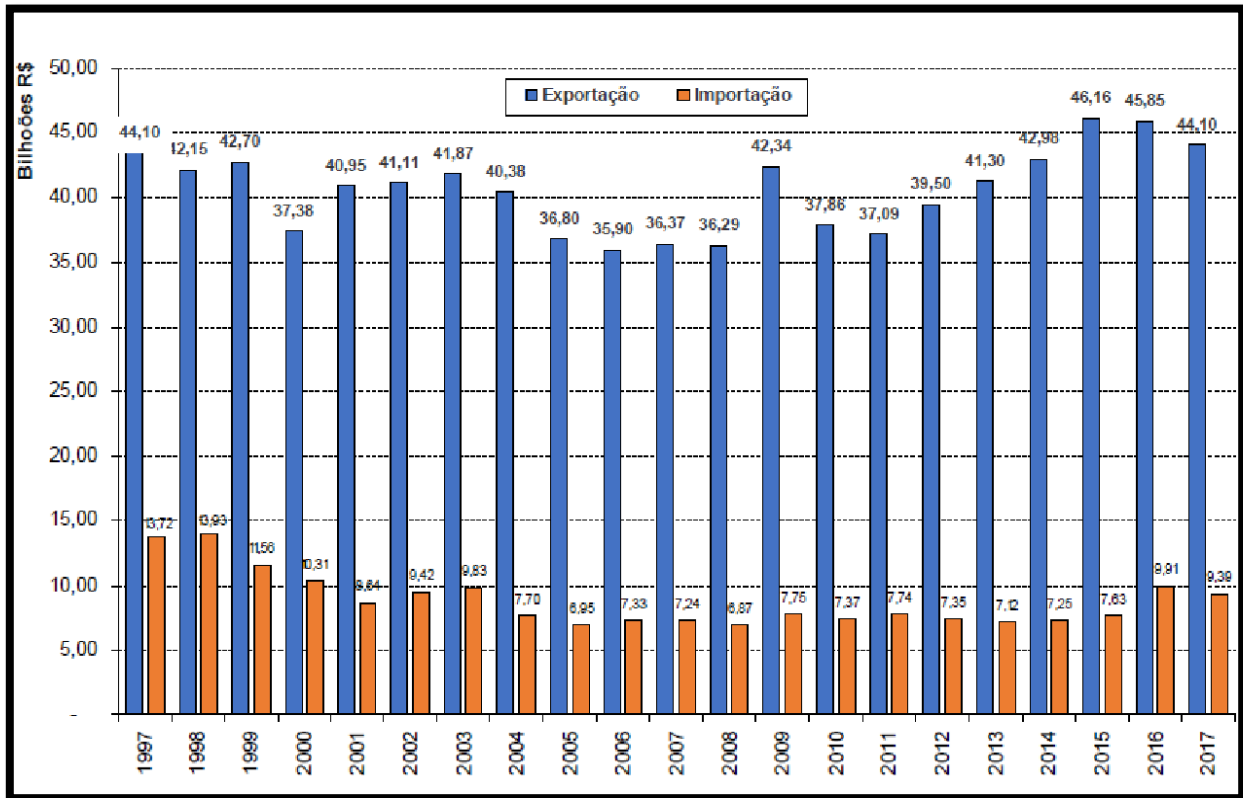
Fonte: CEPEA (2016).

De acordo com a análise da figura 2, entre 2000 a 2003 houve um aumento da participação do agronegócio no PIB do Brasil. Por outro lado, é importante destacar que, entre os anos de 2008 e 2009, essa participação foi mais baixa que nos anos anteriores - cerca de -2,3 % de diferença. É importante destacar também que, nos anos 2010 e 2011, houve um aumento de 3,1% e que em 2006 e 2007, o aumento tinha sido de 0,6%. Assim, apesar de o gráfico apresentar certas oscilações, o Brasil ainda é um país que exporta muito, merecendo destaque para a soja.

Em 2014, o Brasil foi o principal exportador de soja do mundo (contribuindo com 44 milhões do total de 105,1 milhões de toneladas comercializadas em 2013, conforme CEPEA, 2016) e, de acordo com o Ministério da Agricultura do Brasil (MAPA), em 2019 o país responderá por 40% da produção mundial comércio de grãos de soja e 73% de farelo de soja. Na Figura 3, é possível observar a evolução das exportações do agronegócio do Brasil. Mesmo sendo muitos os países compradores dos produtos oriundos do agronegócio brasileiro, quatro compradores foram responsáveis por 59% do valor total gerado com as exportações do setor em 2014, sendo o principal

destino dos produtos, a China, seguida da União Europeia, Estados Unidos e Rússia (GONÇALVES et al., 2018).

Figura 3 - Evolução da balança comercial do agronegócio, 1997-2015

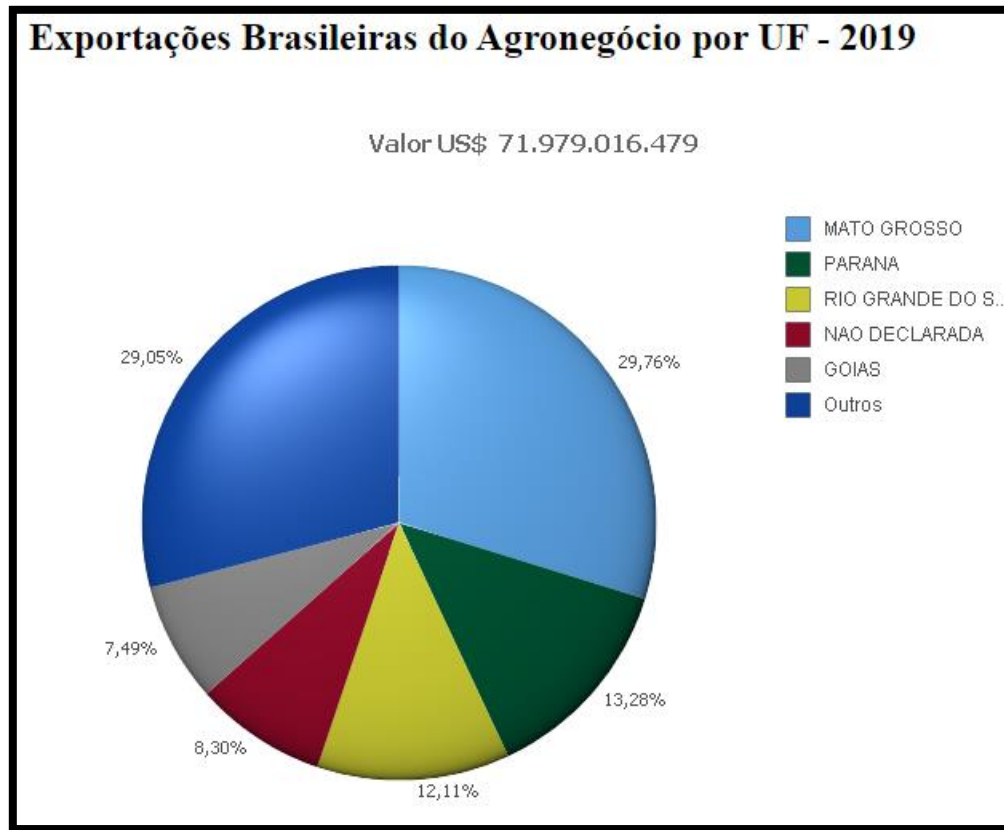


Fonte: MAPA (Brasil, 2015).

Como mostra a Figura 3, o Brasil ainda é um país que exporta mais do que importa. Comparando a exportação do agronegócio, é notório que de 2008 a 2009 houve um crescimento de 6,05 bilhões de reais, porém de 2016 a 2017 houve uma diminuição de 1,75 bilhões de reais. Em relação à importação, também houve crescimento, porém menor, sendo necessário salientar que 2015 a 2016 foi o período em que mais cresceu, com uma diferença de 2,28 bilhões de reais. Esses dados confirmam o que Gonçalves et al. (2018) mencionam na literatura.

Em seguida, a Figura 4 apresenta um gráfico com dados recentes, até setembro de 2019, acerca do número de exportações brasileiras do agronegócio por unidade federativa.

Figura 4 - Exportações brasileiras do agronegócio por UF – até setembro de 2019



Fonte: MAPA (Brasil, 2019).

Assim, dados até setembro de 2019 mostram que o estado do Mato Grosso é o que mais exporta em relação ao agronegócio brasileiro. Um dos segmentos dessa cadeia produtiva que tem se destacado é o processamento agroindustrial dos estabelecimentos de pequeno porte (em geral, familiares), nos quais se processam produtos agroalimentares com vistas especificamente à comercialização. Esses estabelecimentos são definidos pela literatura como agroindústria rural de pequeno porte (GUINDANI et al., 2011). Em uma definição normativa, tem-se que:

Agroindústria rural se refere às atividades de transformação e beneficiamento de produtos agropecuários de origem animal ou vegetal, que foram realizadas em instalações próprias, comunitárias ou de terceiros, a partir de matéria-prima produzida no próprio estabelecimento agropecuário ou adquirida de outros produtores, desde que a destinação final do produto tivesse sido dada pelo produtor (IBGE, 2006, p. 31).

A partir dessa ideia, surge o tema da agroindustrialização, que se insere nas discussões das transformações mais recentes do sistema agroalimentar e da agregação de valor aos produtos agropecuários. Nos últimos anos, as transformações no agronegócio têm sido intensas, especialmente em questões que perpassam meio ambiente, incrementos tecnológicos e a

necessidade de maior agregação de valor aos produtos voltados aos mercados internos e externos. Na agricultura familiar, a agregação de valor também é uma necessidade manifestada tanto pelos agricultores por meio de suas iniciativas, como pelos agentes de desenvolvimento e pelas próprias políticas públicas (IPEA, 2013).

O debate sobre a agroindústria rural intensificou-se nos últimos anos a partir de uma compreensão que confere, à agroindustrialização, contribuição a uma estratégia de reprodução social de muitos agricultores de várias regiões do Brasil. Diferentes estudos buscam discutir o tema, bem como sugerem uma definição sobre o que se entende por agroindústria no espaço rural. Para Mior (2005), a “agroindústria familiar rural” é concebida como uma forma de organização na qual a família tem o papel central na produção, pois produz, processa e/ou transforma parte de sua produção agrícola e/ou pecuária, objetivando a produção de valor de troca no ato da comercialização.

Ainda segundo o autor, a agroindústria familiar rural constitui um novo espaço e um novo empreendimento social e econômico, o qual apresenta um conjunto de características variáveis de uma região para outra, tais como: localização no meio rural, utilização de máquinas e equipamentos em escalas menores, procedência própria da matéria-prima em sua maior parte, processos artesanais próprios, força de trabalho da família. Pode, ainda, constituir unidades associativas, reunindo uma ou várias famílias, com vínculos de parentesco ou não (IPEA, 2013).

No caso brasileiro, a agricultura familiar é um segmento importante do complexo maior da economia do agronegócio. De acordo com Guilhoto et al. (2006), a agricultura familiar possui importância social, seja pela geração de emprego e ocupação, seja pelo perfil dos produtos, basicamente destinados ao consumo alimentar nacional. É fundamental que também se tenha ideia de sua importância quantitativa no agronegócio e na economia brasileira como um todo. O segmento familiar da agropecuária brasileira e as cadeias produtivas a ela interligadas responderam, em 2005, por 9,0% do PIB brasileiro, o que equivalia a R\$ 174 bilhões em valores daquele ano (GUILHOTO et al., 2006).

Nesse sentido, com o passar dos anos, o primeiro trimestre de 2018 apresentou um movimento de recuperação dos preços nas cotações domésticas dos produtos agropecuários – com exceção do arroz e do café – e da produção de suínos e frangos. Os principais fatores responsáveis por esse movimento positivo nos preços agrícolas foram a desvalorização da taxa de câmbio e a redução da oferta internacional de alguns produtos importantes, como soja e trigo.

Em relação ao produto interno bruto (PIB), conforme projeções na época, o setor agropecuário devia exercer impacto negativo no desempenho de 2018. O Ipea estimava uma queda de 1,3% para o PIB agropecuário em 2018 – após forte crescimento de 13%, em 2017. A agricultura crescera muito mais do que a capacidade de o Estado prover o apoio esperado. Esse fato não era novidade, embora fosse experimentado em alta intensidade. O descompasso entre a disponibilidade de recursos do crédito oficial diante da necessidade do setor era óbvio. Estima-se que, para a safra de 2018–2019, o crédito rural oficial tenha disponibilizado R\$ 222 bilhões para custeio a taxas de juros controladas diante de uma necessidade estimada em cerca de R\$ 500 bilhões (CEPEA, 2019).

Por outro lado, o PIB do Agronegócio brasileiro apresentou leve alta de 0,12% em julho de 2019, se comparado a 2018, de acordo com cálculos realizados pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), da ESALQ/USP, em parceria com a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil) e com a FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz). Esse crescimento mensal manteve positivo o resultado anual do PIB do agronegócio em 0,64% para 2019. Pesquisadores do CEPEA indicam que esse desempenho se mantém atrelado às elevações observadas no ramo pecuário, tendo em vista as retrações no setor agrícola (CEPEA, 2019).

O estado do Amapá, por exemplo, possui uma agricultura ainda incipiente, mas, na produção dos agricultores familiares, destacam-se os cultivos anuais, principalmente as culturas do arroz, do feijão-caupi, do milho e especialmente da mandioca. Essas culturas alimentares anuais, tradicionalmente, destinam-se ao consumo familiar e o excedente, ao mercado interno estadual (MARINI, 2015). Esse cenário do estado reflete uma tendência nacional no Brasil.

O estado do Amapá tem uma posição estratégica em relação aos demais do país, uma vez que viabiliza o trânsito fluvial para implantação de atividades comerciais com o mercado global. A inserção do estado como a mais nova rota de escoamento de grãos, aliada à adequação do terminal portuário na Companhia Docas de Santana-AP, geram uma vantagem comparativa de localização estratégica. Com esses pontos positivos, o estado ganha uma área da produção de alimentos oriundos do agronegócio, bem como da logística de transporte de grãos provenientes do Centro Oeste (SEBRAE, 2019). Dessa forma, o agronegócio vem crescendo progressivamente no Amapá, uma vez que apresenta algumas vantagens para investir, como a viabilização de segmentos correlatos ao plantio e beneficiamento de grãos, favorecendo a piscicultura, a avicultura e a suinocultura, que podem se tornar rentáveis pelo preço das rações.

No que se refere ao plantio, merece destaque a produção do abacaxi que, a cada ano, vem aumentando no estado do Amapá, sendo reconhecido pelos municípios por meio do Festival do Abacaxi. Criado a partir de 1990, pela prefeitura municipal de Porto Grande e com o apoio do governo do estado do Amapá, teve como principais objetivos incentivar os produtores rurais do município, valorizar a agricultura familiar amapaense e movimentar a economia de Porto Grande. De acordo com Batista (2018), os relatórios do RURAP⁴ apontam que a produção do abacaxi atingiu os seguintes índices até 2005, mostrados no Quadro 2:

Quadro 2 - Produção do Abacaxi no Amapá entre 1995 a 2005

Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Área (Ha)	80	183,5	189	186	387	425	295	258	202	231	271
Produção(T)	640	1468	1512	1488	1973	4250	1291	1005	791	706	894

Fonte: Batista (2018) (Adaptado de Relatórios RURAP 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).

De acordo com o Quadro 2, nos três primeiros anos (1995 a 1997) existia uma relação direta da área com a produção que cresceu com o passar dos anos, assim como nos anos de 1998 a 2000. Cabe destacar que também houve uma diminuição na produção de 2001 a 2003.

Ainda em relação à produção do abacaxi no Amapá, Batista (2018) e os relatórios do RURAP destacam a exploração do produto no período de 2008 a 2017, conforme mostra o Quadro 3, a seguir. É possível observar, no referido quadro, que a produção aumentou significativamente no Estado, no decorrer desse período.

Quadro 3 - Produção do abacaxi no Amapá entre 2008 e 2017

Ano	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Área (Ha)	587	750	916	1101	1260	1323	1150	1150	1356
Produção(T)	1671	2800	4230	5323	7250	8264	8107	8107	10198

Fonte: Batista (2018) (Adaptado de Relatórios RURAP - 2008, 2009 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

Os dados apresentados no Quadro 3 revelam que houve um aumento da área em função da produção entre 2008 a 2014. Por outro lado, apesar de nos anos de 2015 e 2016 não ter ocorrido

⁴ Instituto de Desenvolvimento Rural do Amapá.

crescimento em relação aos anos anteriores, a produção ainda foi considerável, pois a perda foi mínima, se comparada ao ano anterior, 2014. Mas, em 2017 a produção de Abacaxi cresceu 2091 toneladas a mais que em 2016. Assim, o abacaxi vem sendo um dos principais produtos que ajudam na renda das famílias do município, agregado ao Festival do Abacaxi que a cada ano vem crescendo e incentivando novas famílias.

Atualmente, a produção do abacaxi no município de Porto Grande é assegurada pelos pequenos e médios produtores e, principalmente, pela produção familiar. Isso demonstra a importância do cultivo dessa cultura que envolve aspectos econômicos e sociais de Porto Grande. Pelo fato de a cultura ser representada apenas por esses agricultores, a produção não acarreta muitos custos, o que torna o cultivo do abacaxi ainda economicamente viável, mesmo sem a presença de CEASA, ou centros de abastecimentos agrícolas e hortícolas no município e estado (Quadro 4).

Quadro 4 - Produção em toneladas (*t) de abacaxi nos principais municípios do estado do Amapá de 2014/2019 (IBGE)

Municípios	Produção anual em *t de 2014	Produção anual em *t 2015	Produção anual em *t 2016	Produção anual em *t 2017	Produção anual em *t 2018	Produção anual em *t 2019
Porto Grande	1.120	980	1.120	1.187	957	1.005
Pedra Branca	838	883	910	998	969	994
Mazagão	635	669	760	876	691	726
Macapá	627	661	810	903	780	802
Laranjal do Jari	625	659	764	864	786	813

Fonte: IBGE (2019).

Portanto, diante do exposto, vê-se que a produção do abacaxi no município de Porto Grande tem um papel social e econômico importante tanto para os trabalhadores como para a população, que, favorecendo o comércio local, compra e processa o abacaxi. E, principalmente, por absorver a mão de obra familiar e gerar novos empregos e renda, tornando-se parte da história, cultura, economia e identidade do povo local.

Os setores do agronegócio, sejam de processamento, insumos, distribuição e produção primária, vêm, como outros setores, aprimorando o conhecimento tecnológico dentro de suas áreas de atuação, não somente pela concorrência, que é cada vez mais acirrada, mas também pela simples

sobrevivência no mercado. Nesse contexto, a tomada de decisões exige embasamento (gerenciamento e equilíbrio entre gestão), principalmente quando estão envolvidos grandes investimentos. Caso contrário, de acordo com Oliszeski e Colmenero (2010), corre-se o risco de se realizar investimentos de forma indevida, ou deixar de fazê-los quando necessário.

O produtor rural faz parte, hoje, de um amplo complexo de relações econômicas e contratuais, ligadas em cadeia dentro de um contexto conhecido como agronegócio. O tamanho de sua atividade não é mais medido pela área física que possui ou ocupa, mas pela renda que consegue extrair de cada hectare dessa área ou de cada animal que produz (OLISZESKI; COLMENERO, 2010).

A utilização de técnicas de otimização fundamentadas em processos que envolvem múltiplos objetivos vem crescendo de forma significativa em diversas áreas, especialmente no que se refere a problemas de tomada de decisão no setor agrícola. De acordo com os referidos autores, partindo desse princípio, o desenvolvimento de modelos que contribuam para a compreensão eficaz dos problemas enfrentados por propriedades rurais e que proponham sistemas e métodos que proporcionem suporte às atividades da agroindústria, serviria de auxílio para prover um melhor planejamento dos processos. Assim, a construção de modelos matemáticos como ferramentas de pesquisa e como promotores de eficiência decisória pode ser um passo importante para atingir, com maior exatidão, os resultados de qualquer estratégia adotada, bem como para prever e controlar possíveis falhas durante sua execução (OLISZESKI; COLMENERO, 2010).

O desenvolvimento de modelos de otimização de sistemas de produção agropecuários, de acordo com os autores, vem despertando a curiosidade dos cientistas desde meados do século XX, quanto à complexidade das relações técnicas e de tecnologias responsáveis pelo incremento da produtividade de cultivos vegetais e animais. Eleger as culturas mais adequadas e suas respectivas áreas cultivadas, bem como a escassez de terra, equipamentos, mão de obra, insumos etc., caracterizam-se como problemas centrais desses modelos. Mais recentemente, de acordo com Gameiro et al. (2010), adiciona-se a esse contexto a preocupação com o ecossistema, ou seja, a interferência do sistema sobre o ambiente à sua volta, especialmente no que se refere: i) à conservação de recursos naturais (maciços vegetais, mananciais hídricos etc.); ii) ao uso intensivo de recursos não-renováveis (especialmente os derivados de petróleo); e iii) à geração de resíduos (excrementos animais, agroquímicos, gases do efeito estufa etc.).

Além disso, Rennó (2005) destaca que a técnica de análise de sistemas de produção por meio da simulação, aplicada no contexto da produção pecuária, permite perceber como o sistema reagirá diante de mudanças genéticas, de manejo ou ambientais, assim como testar novas hipóteses. Para o autor, a contribuição dos modelos de simulação computacional à análise de sistemas pecuários, já existentes ou projetados, tem-se tornado importante devido ao avanço das técnicas computacionais e à necessidade de maior integração dos resultados experimentais das diversas disciplinas.

Gamero et al. (2010) explicitam que planejar a produção agropecuária com foco na propriedade como um todo (uma determinada área territorial) e na sua inserção social, visando ao uso mais racional possível (otimização) dos seus recursos, tem sido tema das ciências exatas (engenharias, com o conhecimento de modelagem matemática) e agrárias (com o conhecimento das culturas agrícolas e pecuárias). Mais recentemente, de acordo com os referidos autores, outras áreas do conhecimento, em especial aquelas relacionadas às ciências biológicas e ambientais (como a ecologia, por exemplo) e as humanas (economia, administração e sociologia), também passaram a se dedicar mais diretamente ao problema do planejamento e da otimização da produção agropecuária.

Segundo Vilckas (2004), a elaboração e implementação do planejamento no setor rural representam um desafio, tendo em vista que os empreendimentos desse setor estão sujeitos a um grande número de variáveis, como a dependência de recursos naturais, a sazonalidade de mercado, a perecibilidade dos produtos, o ciclo biológico de vegetais e de animais e o tempo de maturação dos produtos. Dessa forma, a informatização de processos de suporte a decisões, em especial pelo emprego de modelos matemáticos, pode minimizar riscos ambientais, reduzir custos de produção e proporcionar maior sustentabilidade ao planejamento agrícola (SILVA; BERGAMASCO, 2001). Para os autores, esses modelos têm contribuído para o melhor conhecimento dos mecanismos fisiológicos da cultura, devido ao fato de essa modelagem ser evoluída de forma acumulativa e gradual, na medida em que avança a experimentação.

Para Parizi (2010), os modelos matemáticos de simulação são ferramentas que permitem analisar cenários, considerando diversos fatores que influenciam a produtividade das culturas. Assim, é possível avaliar estratégias adequadas em cada condição específica, modificando-as, caso não sejam mais adequadas.

Na agricultura, podem ser empregados diversos tipos de modelos, mas, devido à complexidade dos sistemas agrícolas, assim como de outros sistemas naturais, os modelos de simulação de culturas apenas representam uma aproximação do que ocorre na realidade. De acordo com Cruz et al. (2016), o estudo da dinâmica de populações lida com as variações de espaço, tempo, densidades demográficas e tamanho das populações. Tal estudo não se restringe apenas à compreensão da variação do número de indivíduos de uma certa população, mas também pode ser aplicado ao estudo do crescimento de animais, do controle biológico de pragas, de estratégia de crescimento de cidades, de estratégias de pesca, dentre outras aplicações.

Modelos matemáticos também têm sido utilizados com êxito para a previsão de safras agrícolas. Mantai et al. (2017), por exemplo, determinaram a produtividade de aveia pelos componentes da panícula e doses de nitrogênio. Resende et al. (2011) utilizaram modelos para descrever o processo de secagem de produtos agrícolas. Algumas equações matemáticas também podem estimar a umidade volumétrica na capacidade de campo, permitindo, assim, sua utilização em modelos de simulação do movimento de água no solo (OLIVEIRA, BONOMO e CORTÊS, 2001).

O emprego de equações polinomiais pode simular a produtividade da cultura de aveia em função da quantidade de nitrogênio aplicado. Além disso, o emprego de modelos de regressão permite ajustar a escolha das melhores doses para definir a máxima eficiência técnica na expressão de caracteres diretos de produção de cultivos de aveia. Esses modelos, de acordo com Mantai et al. (2017), servem como auxílio na tomada de decisão de agricultores e de técnicos, sendo úteis na avaliação para fim de planejamento de colheita, bem como, subsídios na análise da produtividade em vistorias de programas de garantia de atividade agropecuária.

Outra aplicação interessante baseia-se na utilização da análise foliar como interpretação no diagnóstico do estado nutricional da planta, que se fundamenta na premissa de que há uma relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os seus teores na planta. Além de as maiores ou menores produtividades relacionarem-se com acréscimos ou decréscimos nas concentrações dos nutrientes, respectivamente (EVENHUIS; WAARD, 1980 *apud* DEUS et al., 2012). Há diversos métodos para realização da diagnose foliar, entretanto, esses apresentam o inconveniente de terem tempo e custo elevados, além de limitações em sua interpretação. Dessa forma, Wadt (1996) propôs o método da chance matemática (ChM) como uma alternativa na interpretação de análise foliar em área de cultivo comercial.

Segundo Serra et al. (2010), esse método consiste na classificação dos teores foliares de um dado nutriente em ordem crescente e no relacionamento desses com a produtividade obtida nos respectivos talhões onde as amostragens foram realizadas. Mediante um conjunto de procedimentos de cálculos, estima-se a faixa de teor do nutriente em que se espera maior probabilidade de resposta em produtividade (URANO et al., 2006). Deus et al. (2012) demonstraram que esse método se mostrou promissor para determinar a faixa de suficiência e nível crítico para a cultura do amendoim.

Silva e Bergamasco (2001) citam que uma ferramenta importante para descrever o processo evolutivo da cultura da cana-de-açúcar é a construção de modelos matemáticos, os quais, de acordo com os referidos autores, possibilitam o estudo de sistemas reais complexos. Esses sistemas exigem modelos com integração coerentes, banco de dados contendo informações experimentais e edafoclimáticas, além da previsão do potencial genético de cada variedade, isto é, permitem prever a produtividade de variedades de cana-de-açúcar previamente calibradas em ensaios de campo, em alocações em vários ambientes.

Os modelos propostos por Fahl et al. (2005) e Oliveira (2007) também obtiveram bons resultados com a análise de atributos fenológicos das plantas, determinantes do crescimento e produção, em diferentes épocas de avaliação, buscando determinar um modelo matemático para previsão de safras. Cruz et al. (2016) projetaram dados de produção e exportação de soja até 2025 no estado do Tocantins, por meio dos modelos de dinâmica populacional de *Malthus* e *Verhulst*. Costa e Spreafico (2017) desenvolveram um método para pulverização de determinado agrotóxico em uma plantação de soja (que tem como objetivo auxiliar agricultores no combate de plantas daninhas, insetos, entre outros). Simularam, por meio da utilização da teoria dos grafos, a rota de um drone na área da plantação, otimizando, assim, os custos da produção, o que gerou mais lucro com os grãos.

Cabe destacar, porém, que um agrônomo precisa avaliar a relação existente entre a multiplicação de bactérias e o tempo, entre quebra de proteínas de uma enzima e do substrato aplicado, entre o rendimento de uma colheita e a fertilização necessária. O veterinário precisa avaliar uma certa doença de acordo com as condições meteorológicas ou do local onde estão os

⁵ Condições do solo e clima de uma determinada região (MOUSINHO et al., 2003).

animais, além de analisar as curvas de crescimento animal, a produção de leite e as curvas de resposta a diferentes medicações (ESPONDA et al., 2013).

Isso posto, fica claro que, o uso e a interpretação adequada das ferramentas matemáticas permitem tomada de decisão, eficiência e esforços superiores nas diferentes esferas e especialmente no setor agrícola, onde favorecem o desenvolvimento de sistemas produtivos. Então, é importante que especialistas em Ciências Agropecuárias compreendam essas ferramentas, visto que permitem a análise de um fenômeno ou a elaboração de novos modelos matemáticos para refletir a realidade de seu entorno. Ou seja, os especialistas podem usar a Matemática, de maneira consciente, na resolução de problemas agrícolas.

Como foi colocado por diversos autores anteriormente apresentados, é perceptível a importância dos modelos matemáticos em diversas situações de nosso dia a dia. Porém, é necessário lembrar que esta pesquisa utilizou a modelagem matemática como uma proposta pedagógica para o aluno perceber a importância e a necessidade de usar modelos matemáticos para tomar decisões mais eficientes. Burak (1992, p. 62) já destacava:

A modelagem matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões.

Assim, esta pesquisa tratou do agronegócio, que vem ganhando destaque principalmente no PIB brasileiro, tendo a Matemática como grande aliada, ou seja, as atividades de Modelagem Matemática foram relacionadas ao agronegócio. Santos Filho (2019, p. 58) aponta que por meio dessa metodologia, “o estudante é estimulado a desenvolver o espírito investigativo em relação às questões de sua área, criando as competências necessárias para utilizar os conhecimentos matemáticos de forma a organizar e modelar dados, construir gráficos, calcular e investigar [...]”.

Diante disso, na próxima seção, discuto alguns trabalhos (teses e dissertações) desenvolvidos durante os cinco últimos anos nas áreas de Modelagem Matemática e ensino, bem como enfatizo seu uso no ensino médio técnico, que foi um dos focos desta pesquisa. Em seguida, problematizo trabalhos apresentados em anais de eventos importantes sobre Modelagem Matemática.

2.3 ESTADO DA ARTE

Para esta análise, realizei uma busca por teses e dissertações no portal da CAPES, no banco de teses e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), as quais fizessem referência à utilização da Modelagem Matemática e o tema abacaxi, não encontrando nada a respeito. Continuando na busca, utilizei, como descritores, “Modelagem Matemática e curso técnico”, obtendo 51 resultados, distribuídos entre teses e dissertações. Desses, apenas oito retratavam pesquisas realizadas envolvendo Modelagem Matemática no ensino médio técnico. Das dissertações, uma era oriunda de mestrado acadêmico, quatro de mestrados profissionais e três teses de doutorado, conforme mostra o Quadro 5:

Quadro 5 – Dissertações e Teses sobre Modelagem Matemática no ensino entre 2016 a 2018

Título	Autor /Universidade	Ano	Tipo
A Modelagem Matemática como prática pedagógica no ensino Médio integrado em administração do IFSC – Caçador	Flavio Fernandes (Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó)	2016	Dissertação
A educação profissional e o Ensino de matemática: Conjunturas para uma abordagem interdisciplinar	Harryson Júnior Lessa Gonçalves (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC/SP)	2016	Tese
Modelagem e simulações computacionais: Uma abordagem para o ensino de gases e termodinâmica no ensino médio	Tiago Morais Nunes (Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC)	2016	Dissertação
Modelagem Matemática como estratégia de ensino de tópicos de Estatística na formação básica técnica	José Ailton Rodrigues Soares (Universidade Federal do Tocantins-UFT)	2017	Dissertação
Modelagem Matemática no Contexto da cultura Digital: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio	Deive Barbosa Alves (Universidade Federal de Uberlândia)	2017	Tese
Transformações nas concepções de alunos do ensino médio técnico sobre Matemática e Agricultura	Darlan Lappe (Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Chapecó)	2018	Dissertação
Aprendizagem pela Modelagem Matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio	Ricardo Ferreira Paraizo (Universidade Estadual Paulista UNESP - Campus de Bauru)	2018	Tese
Jovens no Ensino Médio Técnico: um olhar a partir das aulas de Matemática	Paula Resende Adelino (Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG)	2018	Tese

Fonte: Autor.

A seguir, faço o detalhamento dos trabalhos citados anteriormente, os quais são datados entre os anos de 2016 a 2018, salientando que os trabalhos encontrados foram relevantes para obter subsídios para esta pesquisa.

O primeiro trabalho analisado foi desenvolvido por Flavio Fernandes, com o tema “A Modelagem Matemática como prática pedagógica no ensino Médio integrado em administração do IFSC – Caçador”, no ano de 2016. O estudo teve por objetivo identificar benefícios da Modelagem Matemática para o ensino de Matemática no Ensino Médio Integrado em Administração. Esse trabalho explorou referenciais bibliográficos e apresentou resultados da aplicação de uma proposta pedagógica de Modelagem Matemática no Ensino para uma turma do Módulo II do Ensino médio Integrado em Administração, com 36 alunos.

O estudo teve caráter investigativo e prevaleceram os aspectos qualitativos na análise dos dados, enquadrando-se como uma pesquisa-ação. Nesse sentido, a prática pedagógica da modelagem e a pesquisa ocorreram de maneira simultânea, ou seja, por meio da prática pedagógica, o professor tornou-se pesquisador de sua própria prática e colocou o aluno como centro da aprendizagem. Com a aplicação da Modelagem Matemática voltada para a criação de empresas fictícias, os alunos tiveram a oportunidade de aprender conteúdos curriculares associados à sua formação técnica, unindo teoria, prática e desenvolvimento do senso empreendedor no trabalho em grupo. Dessa forma, no referido trabalho, os conceitos de Matemática relacionados a funções, proporções, conversão de unidades de medidas, gráficos, tabelas, uso de ferramentas tecnológicas, dentre outros, foram explorados e aprofundados a partir de situações oriundas dos problemas trazidos pelos próprios alunos.

O segundo trabalho selecionado foi uma tese desenvolvida por Harryson Júnior Lessa Gonçalves, com o título “A educação profissional e o Ensino de matemática: Conjunturas para uma abordagem interdisciplinar”, no ano de 2016. O estudo foi fruto de uma abordagem qualitativa, exploratória, explicativa, bibliográfica e investigativa. É na pesquisa qualitativa que o pesquisador se preocupa com a compreensão dos fenômenos, considerando, para tanto, o significado que todos os outros possibilitam às suas práticas/ações, o que impõe, ao pesquisador, uma interpretação hermenêutica da realidade.

Diante disso, a pesquisa teve, como objetivo principal, contribuir para a compreensão do papel e das potencialidades da matemática na formação dos alunos da Educação Profissional Técnica Integrada ao Ensino Médio, considerando aspectos formativos inerentes à laboralidade e

à formação de nível médio. As atividades desenvolvidas ocorreram em duas etapas, sendo a primeira, a análise de currículos prescritos de ensino médio e de educação profissional técnica de nível médio. Foram analisadas as diretrizes curriculares nacionais do ensino médio e da educação profissional, além de projetos pedagógicos de cursos técnicos integrados ao médio do IFSP, buscando identificar o papel da Matemática na formação para a laboralidade e na formação geral do ensino médio, bem como as orientações referentes à interdisciplinaridade como eixo norteador do currículo.

Na segunda etapa, foram realizadas análises de literatura sobre a educação profissional existente, com o objetivo de identificar elementos importantes da identidade da educação profissional brasileira e seus desencontros e encontros com a educação básica, inserindo, nesse contexto, aspectos históricos e socioculturais marcantes de reformas curriculares da educação brasileira. Tomando como norte esse objetivo, o autor percebeu que nesse nível de ensino há uma precariedade no trabalho pedagógico envolvendo a Matemática. Isso porque os currículos prescrevem uma formação interdisciplinar e contextual nos currículos dos cursos técnicos e de ensino médio, a qual deve atender as finalidades destes e a formação técnica dos futuros egressos.

O terceiro trabalho, do autor Tiago Morais Nunes, refere-se ao estudo da “Modelagem e simulações computacionais: Uma abordagem para o ensino de gases e termodinâmica no ensino médio”, realizado no ano de 2016. A proposta foi aplicada em uma turma de 28 alunos do Ensino Médio integrado ao curso técnico do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis e teve, como objetivo principal, desenvolver uma sequência didática para o ensino de Gases e Termodinâmica que englobasse, na sua estrutura, a utilização de modelagem teórica apoiada por simulações computacionais.

O estudo traduziu-se em uma organização didática para trabalhar os conteúdos de Gases e Termodinâmica utilizando modelagem e simulações computacionais. Foram analisados quatro livros didáticos de física que apontavam para o estudo de gases e termodinâmica. Explorando essas referências, o autor verificou que contemplavam, de forma simplista, conceitos, leis e/ou teorias de transformações gasosas, mol, número de Avogadro, teoria cinética dos gases, trabalho de um gás, primeira lei da Termodinâmica e segunda lei da Termodinâmica. Além disso, o trabalho contou com um material complementar ao aluno, com exercícios de sala e exercícios de aperfeiçoamento, além de um material para o professor, com a descrição das aulas realizadas na aplicação do produto. É importante salientar que a sequência didática proposta foi dividida em três módulos.

O primeiro módulo foi composto de três aulas de 55 minutos, em que os alunos utilizaram o simulador (em *tablets*, celulares e *notebooks*) computacional e, sob orientações, coletaram dados para o entendimento das transformações gasosas. No segundo módulo, os alunos consideraram importante a descrição matemática da pressão de um gás monoatômico, da velocidade quadrática média e da energia cinética para o entendimento do conceito de temperatura. No terceiro módulo, foram desenvolvidas as atividades, conforme planejado, sendo observado um maior entendimento pelos alunos em relação aos conteúdos propostos.

De maneira geral, o autor concluiu que “não considera possível avaliar qual estratégia é mais adequada, a adotada no primeiro módulo ou a do último módulo” (NUNES, 2016, p. 64). Nessa perspectiva, a modelagem tem um papel fundamental no âmbito da representação e do formalismo matemático, enquanto as simulações computacionais desempenham papéis essenciais na ausência de experimentações, cuja realização pode ser complexa.

O quarto trabalho selecionado foi uma dissertação intitulada “Modelagem Matemática como estratégia de ensino de tópicos de Estatística na formação básica técnica”, defendida por José Ailton Rodrigues Soares, no ano de 2017. A pesquisa foi desenvolvida no curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal do Tocantins campus Dianópolis, tendo os alunos participado efetivamente na criação das aves, no registro e na coleta dos dados para avaliação estatística. Teve como objetivo principal propor uma alternativa eficiente para o ensino de Estatística direcionada aos alunos de cursos Técnicos em Agropecuária e áreas afins, seguindo a metodologia e procedimentos adotados pela Modelagem Matemática. Diante disso, o autor identificou uma oportunidade de ensino e aprendizagem da estatística básica, fazendo uso de modelos matemáticos e aplicativos computacionais (*softwares*). Observou que a Modelagem Matemática, de modo geral, inserida no ambiente escolar, pode trazer vários benefícios para os processos de ensino e de aprendizagem, pois sua implantação proporciona um significativo grau de motivação para introduzir novas ideias e conceitos matemáticos, explorando o conhecimento de forma interdisciplinar e contribuindo, assim, para a compreensão e interpretação do mundo real.

O trabalho de Soares (2017) apresentou, inicialmente, definições e conceitos da estatística descritiva, seguidos de uma breve análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio no que tange ao ensino da estatística. Na terceira etapa foi realizado um estudo detalhado e fundamentado sobre Modelagem Matemática, possibilitando a quarta parte do trabalho, qual seja, a aplicação na criação de frangos caipira, tendo em vista a contextualização do ensino. O autor,

assim, partiu de uma situação-problema em que o aluno é levado a pensar e a pesquisar uma temática que lhe permita propor soluções. O problema apresentado contextualizou a situação, pois envolveu uma prática inserida no curso e no cotidiano da maioria dos alunos que buscam essa área do conhecimento. A Modelagem Matemática foi trabalhada de forma contextual e realista, com situações-problema retiradas do cotidiano do aluno, ocorrendo, assim, uma sinergia entre modelagem e estatística.

Diante dos resultados, o autor reconheceu que a estatística tem valiosa importância no ensino médio, em especial nos cursos técnicos que promovem experimentos na busca por melhorias na produção, na qualidade de vida e no uso consciente dos recursos naturais. Considerou, ainda, que o espaço ocupado pela estatística no ensino médio deve ser ampliado, diligenciando um estudo mais aprofundado do tema.

Em conformidade à experiência vivenciada na participação do projeto no Instituto Federal do Tocantins campus Dianópolis, acreditamos que a proposta de uso da aplicação na criação de frangos caipiras, na formação básica técnica, atua de forma efetiva na contextualização e interdisciplinaridade dos tópicos de estatística e disciplinas técnicas dos cursos da área de agropecuária (SOARES, 2017, p. 69).

A quinta pesquisa, intitulada “Modelagem Matemática no Contexto da cultura Digital: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio”, foi apresentada em 2017, por Deive Barbosa Alves, ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. A problemática que motivou os estudos partiu da necessidade de compreender como a Modelagem Matemática de projetos de protótipos favorece ou promove uma fluência científico-tecnológica de alunos de um curso técnico de meio ambiente, no contexto da Cultura Digital.

A pesquisa, que teve abordagem qualitativa, adotou, como natureza do estudo, os preceitos da pesquisa participante, pois teve a finalidade de trabalhar numa perspectiva das práxis, entrelaçando os saberes do cotidiano com a produção do conhecimento científico. Foram tomados, como instrumentos para produção de informações e reflexões, os questionários aplicados a nove participantes, com o objetivo de conhecer a Cultura Digital dos investigados. Esses dados possibilitaram vislumbrar os significados e sentidos que os alunos dão às tecnologias digitais no curso de Meio Ambiente e no cotidiano.

Segundo Alves (2017), a análise documental mostrou as redes de informação e produção de tecnologia que o curso de Meio Ambiente propõe para que os alunos possam produzir

tecnologias voltadas à sua profissão. Documentos que, em conjunto com fotografias e notas de campo, ajudaram a compreender que houve uma práxis criadora dos participantes ao produzirem um Regador Automático, uma Descarga Digital e um Chuveiro Inteligente, os quais foram implementados pelo trabalho educativo com a Modelagem Matemática no contexto da Cultura Digital, em quatro etapas: “A Modelagem Matemática da Eletrônica”; “A Modelagem Matemática do Design do Protótipo”; “A Modelagem Matemática da Implementação do Protótipo” e “A Modelagem Matemática da Simulação do Protótipo”.

Os resultados mostraram que a práxis criadora da Modelagem Matemática, enquanto pesquisa científico-tecnológica no contexto da Cultura Digital, é uma forma de implementar o trabalho educativo. Desse modo, foram estudadas não apenas informações perceptíveis, mas produzidas novas informações que antes eram imperceptíveis, o que possibilitou, aos alunos, educarem-se pela pesquisa numa práxis da Modelagem Matemática.

A pesquisa apresentada por Darlan Lappe, em 2018, denominada “Transformações nas concepções de alunos do ensino médio técnico sobre Matemática e Agricultura”, foi uma dissertação desenvolvida a partir da resistência ao estudo e à compreensão da matemática por alunos da Escola Básica. O autor se deparou com várias justificativas, tais como: não gostar, não se identificar, entender que esse estudo é para poucos, ou que é um conhecimento inútil, entre outras. Esses dados o levaram ao objetivo de sua pesquisa - analisar as transformações das concepções de um grupo de alunos sobre a importância da Matemática em atividades agrícolas.

A pesquisa foi desenvolvida com uma turma do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal Catarinense-*Campus* Concórdia, mediante aplicação de questionários, observações e intervenções relativas à Modelagem Matemática de problemas agrícolas, com diferentes graus de autonomia do aluno na tarefa de investigação. É importante frisar que a pesquisa foi qualitativa, pois houve informações na forma de texto, as quais possibilitaram a interpretação subjetiva do pesquisador e a análise de conteúdo.

Os relatos obtidos no questionário inicial mostraram que, para a maioria desses alunos, a Matemática é importante para a agricultura e é vista como uma ferramenta (relação epistêmica com o saber) para resolver problemas elementares. Segundo Lappe (2018), essas concepções provavelmente têm origem nos discursos dos pais e dos professores (relações sociais com o saber), que desempenham um papel motivador (relações identitárias com o saber), argumentando que os

alunos devem estudar para entrar na faculdade, ter um bom emprego e ser alguém na vida, aspectos associados a questões financeiras da família.

Após as atividades desenvolvidas, de acordo com Lappe (2018), foi notório o entendimento mais amplo da utilidade da Matemática, associado a questões técnicas de projeto de instalações, processos, atividades de planejamento e utensílios agrícolas. O autor ainda observou, em alguns alunos, que transformações nas concepções da relação entre Matemática e agricultura (relações epistêmicas) implicaram em transformações no interesse, gosto, vontade e motivação para estudar (relações identitárias).

O autor Ricardo Ferreira Paraizo apresentou seu trabalho de tese intitulado “Aprendizagem pela Modelagem Matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio”, no ano de 2018. A pesquisa baseou-se na perspectiva de Vygotsky – que aponta a importância de se utilizar o meio em que o estudante vive para mediar a aprendizagem. Nesse sentido, investigou as possibilidades de aprendizagem da Modelagem Matemática por meio de atividades de elaboração de vídeos didáticos produzidos com e por estudantes numa visão socioambiental. A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, inspirada em metodologias participativas, sendo realizada com 72 participantes, estudantes do Ensino Médio de uma escola pública em Minas Gerais.

Para a coleta de dados, utilizou entrevistas, questionários e filmagens dos encontros, o que gerou muitas informações para analisar acerca da interação com aluno. Diante disso, Paraizo (2018) concluiu que os processos pedagógicos com Modelagem Matemática associados a questões ambientais, além de promoverem aprendizagem da Matemática, contribuem para que os alunos tenham oportunidades de formação pela apropriação crítica de conhecimentos científicos, culturais, políticos e sociais.

O trabalho (Tese) desenvolvido por Paula Resende Adelino (2018) foi intitulado “Jovens no Ensino Médio Técnico: um olhar a partir das aulas de Matemática”. O estudo ocorreu com alunos do 2º ano do curso de Eletrônica, durante o ano letivo de 2015, e teve como objetivo principal, conhecer os modos pelos quais jovens vivenciam sua trajetória escolar no Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (Coltec). A autora utilizou a metodologia da investigação e interações discursivas na sala de aula, com o intuito de identificar melhor os posicionamentos que os jovens assumem em relação ao conhecimento matemático, tomando-os como atitude responsiva de legitimação de seu pertencimento àquele curso e àquela escola.

Para Adelino (2018), as reflexões sobre territórios permitiram identificar a sala de aula de Matemática e a escola, de maneira geral, como espaços permeados por relações de poder, nos quais o sujeito realiza funções e produz significados, para sobre eles exercer certo domínio e deles desenvolver certa apropriação, demarcando, assim, seu pertencimento a esses espaços. Por sua vez, as reflexões sobre constituição de territorialidades auxiliaram o autor a compreender os posicionamentos dos estudantes do Coltec como ações táticas, por meio das quais eles realizam funções decisivas para exercer o domínio sobre aquele território, viabilizar e legitimar sua permanência nele e produzir efeitos simbólicos e práticos de suas vivências.

Ainda dando continuidade à análise de trabalhos pesquisados, realizei uma busca por pesquisas apresentadas em anais de alguns eventos, como ENEM, EPMEM, CNMEM, com os descritores “Modelagem Matemática e ensino” e “modelagem e curso técnico”. Em relação ao Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), um dos eventos mais relevantes em nosso país na área da Educação Matemática, utilizei o período entre 2010 a 2016. Obtive cerca de 29 trabalhos, dos quais selecionei apenas nove. Desses, seis referentes ao X ENEM 2010, um ao XI ENEM 2013 e dois do XII ENEM 2016. Em relação ao XIII ENEM 2019, realizado em Cuiabá – MT, os anais não estavam disponíveis para acesso até o presente momento.

Destaco, também, o EPMEM - Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática -, um dos eventos com periodicidade bienal e que foi reconhecido como evento oficial pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática, Regional Paraná, SBEM-PR. Criado em 2004, o EPMEM atualmente está na sua VIII edição. Com o objetivo de enriquecer esta pesquisa, selecionei um trabalho apresentado no VIII EPMEM, na última edição em 2018, pois entendi que tem relevância para minha pesquisa.

A Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) é um evento especificamente sobre a Modelagem Matemática e muito importante para os pesquisadores dessa área. Não consegui ter acesso às edições anteriores, mas, por outro lado, tive acesso à última edição (XI CNMEM), ocorrida recentemente, em novembro de 2019. Nesse sentido, deparei-me com 92 artigos divididos em Relatos de Experiência (RE), com 42 trabalhos, e Comunicações Científicas (CC), com 50 trabalhos. Ao fazer uma análise, vi que tratavam a Modelagem Matemática na educação infantil, no ensino fundamental e alguns na EJA e até mesmo no ensino superior. Assim, consegui filtrar dois trabalhos relevantes para esta pesquisa, os quais tratam de atividades de Modelagem Matemática no ensino médio técnico.

A seguir, no Quadro 6, apresento os trabalhos selecionados sobre Modelagem Matemática nos anais de eventos. Na sequência, faço os principais destaques em relação aos objetivos, metodologia e resultados dos trabalhos.

Quadro 6 – Trabalhos publicados em anais sobre “Modelagem Matemática” entre 2010 a 2019

Título	Autor(es)	Ano	Evento
Avaliação de áreas para construção de conjuntos habitacionais – Um modelo matemático de uma tragédia natural para o ensino	- Nelson Hein; - Moacir Manoel Rodrigues Junior; - Paulo Ricardo Domingues Corrente.	2010	X ENEM
Modelagem Matemática e a educação ambiental no estudo da função afim	- Kátia Luciane Souza da Rocha; - Eleni Bisognin.	2010	X ENEM
Uma aplicação da Modelagem Matemática em uma pequena propriedade rural	- Paulo Cléber Mendonça Teixeira; - Allana Souza e Silva.	2010	X ENEM
Canteiro de flores: realização e reflexão teórica de um projeto em Modelagem Matemática no ensino fundamental	- Marcia Battisti Archer.	2010	X ENEM
Modelagem Matemática na educação profissional	- Diva Marília Flemming; - Elisa Flemming Luz.	2010	X ENEM
Uma investigação na agricultura familiar utilizando a Modelagem Matemática	- Joana Angelina dos Santos Silva; - Emanuela Filgueira Pereira; - Núbia de Andrade Santos; - Silmary Silva dos Santos; - Leandro do Nascimento Diniz.	2010	X ENEM
Modelagem Matemática de Objetos Campeiros do Rio Grande do Sul	- Helton Gilvan Caminha Goerch; - Vanilde Bisognin.	2013	XI ENEM
Modelagem Matemática e Física: um estudo sobre a elevada temperatura na sala de aula	- Rafaela Duarte Nascimento.	2016	XII ENEM
A Modelagem Matemática como metodologia de ensino: um relato de experiência no PIBID	- Jeane Albino Lima; - Alayde Ferreira dos Santos.	2016	XII ENEM
Modelagem Matemática na construção de um açude para criação de peixes	- Silton José Dziadzio; - Luciano Matulle; - Dionísio Burak.	2018	VIII EPMEM
Modelagem Matemática no ensino médio: Relato de uma experiência para desenvolver competências essenciais da BNCC	- Neuber Silva Ferreira; - Marcos Dias da Rocha.	2019	XI CNMEM

Uma atividade de Modelagem Matemática utilizando o software tracker	- Cíntia da Silva; - Amanda Faria de Oliveira; - Lays Silva Jeronimo.	2019	XI CNMEM
---	---	------	----------

Fonte: Autor.

O primeiro trabalho analisado, de Hein, Rodrigues Junior e Corrente (2010), foi realizado no município de Blumenau, assolado por uma catástrofe climática que compreendeu um conjunto sequencial de enchentes, enxurradas e, por fim, deslizamentos de terra. Devido ao fato de muitas pessoas terem ficado sem suas casas, o município, por meio de órgãos específicos, estabeleceu, depois da calamidade, a realocação de pessoas que se encontravam em abrigos, para conjuntos habitacionais. O objetivo deste trabalho foi determinar o ranking de possíveis áreas a serem ocupadas para a construção de novas habitações. Isso se fez por meio da Análise Hierárquica de Processos (AHP) em que foram levados em consideração os critérios de custo, risco de enchentes, risco de enxurradas e risco de deslizamento. Por meio de grupos de trabalhos com alunos de Modelagem Matemática, foram estabelecidas preferências e, inicialmente, o ranking obtido não apresentou inconsistências.

Chega-se finalmente a classificação final dos terrenos. A área B ficou em primeira colocação, seguido pela área C. O terreno A ficou em última colocação. Contudo, deve-se observar que isto ocorreu por força do tratamento dado pelos avaliadores, ou seja, mudando a situação, equipe, valores e riscos, pode haver uma reordenação. Assim, verifica-se que o consenso quanto a avaliação de preferências da equipe técnica está dentro do limite estabelecido por Saaty (HEIN; RODRIGUES JUNIOR; CORRENTE, 2010, p. 9-10).

No manuscrito de Rocha e Bisognin (2010) foram relatados resultados parciais de uma experiência realizada com alunos de uma oitava série do Ensino Fundamental, utilizando a Modelagem Matemática e a Educação Ambiental na elaboração e solução de situações-problema referentes ao conteúdo de funções, tendo como tema integrador o “Plantio de Eucaliptos”. Esse tema faz parte do cotidiano dos alunos, visto que a escola em que essa pesquisa foi realizada está localizada numa região onde a plantação de eucaliptos é a principal atividade econômica de suas famílias. Observou-se que essa sistemática adotada em sala de aula despertou o interesse dos alunos para participar das atividades desenvolvidas, propiciou um trabalho interdisciplinar, oportunizou a discussão de questões ambientais e, ainda, a análise dos benefícios e malefícios do plantio de eucaliptos para a região. Os autores concluíram que a Modelagem Matemática, aliada a questões ambientais que fazem parte da realidade dos alunos, teve resultados satisfatórios na abordagem do tema e no estudo de funções.

Já o terceiro trabalho analisado, de Teixeira e Silva (2010), apresentou um resultado da proposta de implementação do projeto “A construção do conhecimento matemático na sala de aula via Modelagem Matemática”, que usou a modelagem, enquanto estratégia alternativa, no ensino da matemática, possibilitando ao aluno estudar suas aplicações. Nesse estudo, a produção de laticínios de uma pequena propriedade rural (no Estado do Tocantins) foi utilizada como ponto de partida para aplicabilidade da Modelagem Matemática. Esse manuscrito apresentou lacunas em sua metodologia e os autores não demonstraram com clareza os seus objetivos.

A pesquisa procurou descobrir o que era mais lucrativo: vender o queijo ou o leite? Diante das análises realizadas e de alguns cálculos de custo para um mês da fabricação de queijo e seus ingredientes, de custo com transporte e por meio de modelos matemáticos construídos, e até mesmo comparando os gráficos de lucros, os autores puderam concluir que era mais vantajoso fazer o queijo para vender do que vender o leite - isso quando usada a lucratividade em função do número de litros de leite. Por outro lado, frisaram que, embora o lucro fosse maior com a fabricação e venda do queijo, esse não tinha tanta comercialização entre a população local. Esse fato, então, levava o produtor a produzir uma pequena quantidade para o comércio, sendo para ele mais vantajosa a venda de leite, pois, segundo relatos, “o leite nunca sobra e o mesmo não acontece com o queijo” (TEIXEIRA; SILVA, 2010, p. 9).

Outro artigo selecionado foi o de Archer (2010), que apresentou uma reflexão a partir de um projeto desenvolvido por um professor com alunos da 5ª série do ensino fundamental, envolvendo o planejamento de canteiro de flores e tendo a Modelagem Matemática como metodologia impulsionadora. A questão matriz⁶ foi pensar primeiramente na possibilidade de se fazer o plantio de todas as flores alinhadas numa mesma fileira, levantando o problema que manifestaria o conteúdo do Menor Múltiplo Comum no canteiro. Conforme iam desenhando o croqui do novo canteiro, marcavam o número da posição de cada flor, que, nesse caso, era representado pelos múltiplos de 90 para as rosas e múltiplos de 80 para as margaridas.

A partir de uma ideia inicial de planejamento para o canteiro, os alunos se depararam com um problema real apontado por um determinado conteúdo matemático do referido nível de escolaridade, a saber Menor Múltiplo Comum, indicando que, na prática, os alunos não poderiam construir o canteiro da maneira como haviam inicialmente planejado. Tiveram que repensar uma

⁶ Questão Matriz, segundo Guérios (2001), é a questão geral que delinea o tratamento do tema gerador com fins educacionais ou simplesmente de ensino.

alternativa matemática para contornar o problema e tornar possível a execução do plantio das flores. No decorrer das investigações, perceberam que, plantando rosas e margaridas alinhadas, ora uma a cada 80 cm e ora outra a cada 90 cm, num determinado ponto ambas disputariam o mesmo lugar no plantio, o que iria ocorrer a cada 720 cm na floreira. Isto devido ao fato de 720 ser múltiplo comum de 80 e de 90; e, por ser o primeiro ponto de encontro das flores no canteiro, desprezando a origem, pode-se dizer que 720 é o Menor Múltiplo Comum. Assim, os alunos descobriram uma maneira de prever quantas vezes ocorreriam esses pontos de encontro no canteiro, determinados pelos múltiplos comuns de 80 e 90, caso o comprimento da floreira fosse maior que os 13m.

O fato de os alunos planejarem o canteiro de flores para uma floreira que existia na escola indica o princípio básico da Modelagem Matemática - planejar matematicamente sobre a realidade por meio de informações verídicas, sem aproximações desprovidas de sentido matemático, ou seja, sem aproximar medidas ou até mesmo mudar medidas obtidas por medição real apenas para facilitar cálculos. Dessa forma, a autora concluiu que “fazer Modelagem Matemática é uma maneira de inserir a competência democrática na sociedade, por se revelar uma oportunidade de ensaiar as habilidades e competências necessárias ao desenvolvimento de uma postura reflexiva com vistas à democracia” (ARCHER, 2010, p. 4-5).

O artigo de Flemming e Luz (2010) reflete resultados de um intenso diálogo virtual entre o professor em formação e o professor orientador da instituição formadora. A pesquisa foi realizada no decorrer do curso de Licenciatura em Matemática oferecido pela Unisul Virtual e teve por objetivo avaliar a Modelagem Matemática como estratégia didática para o ensino da geometria espacial no ensino médio. A construção de modelos matemáticos foi vivenciada por alunos do curso técnico de edificações integrado ao ensino médio, oferecido por uma instituição da rede federal de educação profissional e tecnológica de Santa Catarina (IF-SC). A metodologia utilizada teve como base as etapas propostas para a modelagem matemática e gerou resultados interessantes. Os modelos construídos pelos alunos demonstraram o seu interesse pelos temas escolhidos, bem como motivaram o estudo da geometria espacial durante o desenvolvimento da pesquisa.

Na sequência, o artigo de Silva et al. (2010) teve como objetivo relatar as experiências obtidas durante o desenvolvimento do Projeto de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação. O tema escolhido para a pesquisa foi Agricultura Familiar, com a finalidade de investigar as concepções de lucro dos agricultores da cidade de Amargosa, estado da Bahia. Para isso, foram selecionados quatro agricultores que comercializavam a farinha de mandioca na feira,

sendo que um deles participava do Programa de Aquisição de Alimentos – PAA. A investigação foi desenvolvida a partir de levantamentos de dados na feira e na prefeitura, de entrevistas com agricultores e responsáveis pelo PAA e estudos bibliográficos. Os agricultores mostraram ter consciência de que repassavam seus produtos por um preço inferior do que costumava ser cobrado na feira.

Por outro lado, quando lhes foi perguntado se o negócio era viável, nessas condições, muitos disseram que sim, pois ao fornecerem os produtos para o programa, eles não precisavam despender muito tempo com a venda dos produtos e, assim, evitavam os prejuízos, os quais eram constantes em certas épocas, na feira livre. No entanto, os autores puderam observar que, ao tentar responder à questão da pesquisa, cada agricultor revelou sua concepção de lucro, a qual mudava de acordo com sua comunidade, costumes, experiências, ficando bastante visível que, de acordo com a escolaridade do indivíduo, a concepção de lucro sofria alterações.

No sétimo artigo, de Goerch e Bisognin (2013), foi trabalhada a seguinte temática: “Modelagem Matemática de Objetos Campeiros do Rio Grande do Sul”. Este trabalho buscou descrever os resultados parciais de uma pesquisa em que os autores se propuseram modelar os diferentes objetos campeiros usados pelo tropeiro, isto é, a pessoa que trabalha nas lidas do campo no arreamento da encilha⁷, com 24 alunos de uma turma do curso Técnico de Agropecuária do Instituto Federal Farroupilha, localizado na cidade de Alegrete, no Estado do Rio Grande do Sul.

A pesquisa teve como objetivo, investigar as contribuições que a Modelagem Matemática de objetos campeiros, relacionados com o arreamento da encilha, pode trazer para o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos para uma turma de alunos do segundo ano do ensino médio do curso técnico de Agropecuária. A pesquisa teve caráter qualitativo e foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira, a investigação constituiu-se de uma entrevista com o historiador Flávio Poitevin, responsável pelo museu do gaúcho - Ícaro Ferreira da Costa - da cidade do Alegrete, que versou sobre as origens dos objetos campeiros. Também nessa etapa foi aplicado um questionário aos alunos, com o objetivo de obter informações em relação aos conhecimentos que possuíam sobre os objetos campeiros e, em particular, sobre o arreamento da encilha.

Em seguida, as respostas dos alunos foram analisadas e foi feita a contagem do número de respostas de cada tipo. A partir desses resultados, foram escolhidos os objetos para serem

⁷ Um tipo de pano usado no cavalo para segurar a carga.

modelados. Na segunda etapa, foram desenvolvidas atividades sobre a modelagem dos objetos campeiros, cujos dados foram obtidos a partir da análise das respostas do questionário. De acordo com a análise realizada, o objeto que a maioria dos alunos soube descrever com detalhes foi o estribo⁸, que faz parte do arreamento da encilha. Os autores citam que “os alunos mostraram-se participativos, empolgados e bastante conhecedores do trabalho campeiro. Embora entusiasmados questionassem: o que isto tem a ver com o estudo da Matemática?” (GOERCH; BISOGNIN, 2013, p. 8).

Após a análise dos dados da entrevista do historiador e das respostas ao questionário aplicado aos alunos, foi proposta a modelagem do estribo e escolhido o *software* GeoGebra, de forma que, passo a passo, os usuários do material pudessem compreender os conceitos e as construções feitas. No estribo foi possível observar que as partes laterais podem ser representadas por meio de uma parábola com a concavidade voltada para baixo e tendo seu valor máximo como o ponto em que o estribo vai ser ligado à sela. Goerch e Visognin (2013, p. 14-15) puderam concluir que:

Acreditamos que as ideias da Educação Matemática Realista, proposta por Freudenthal⁹ (1973), pode constituir-se num meio eficaz para modelagem de situações da realidade dos alunos. Além disso, torna-se um componente adequado para a inserção de elementos oriundos da História e da cultura, como a atividade proposta neste trabalho que mobilizou elementos culturais da tradição gaúcha no contexto de uma aula de Matemática.

O artigo de Nascimento (2016) apresenta como título “Modelagem Matemática e Física: um estudo sobre a elevada temperatura na sala de aula”. Segundo a autora, a atividade foi desenvolvida em uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual capixaba. Participaram da atividade 39 alunos - 17 do sexo masculino e 22 do sexo feminino, e a professora de Física, que também atuou como pesquisadora. A situação-problema sobre a elevada temperatura na sala de aula, que norteou a atividade, foi escolhida pelos alunos e surgiu a partir de uma conversa sobre os problemas enfrentados na escola.

Segundo relatou Nascimento (2016), a professora de Física da turma assumiu o papel de mediadora com o objetivo de auxiliar os estudantes no desenvolvimento da atividade. Foi possível observar que os alunos se empenharam na atividade, por fazer parte do seu contexto social. A

⁸ O objeto é usado para montaria pelo cavaleiro ou pela amazonas.

⁹ É uma teoria de ensino e aprendizagem em Educação Matemática que foi introduzida e desenvolvida, primeiramente, pelo Instituto Freudenthal, na Holanda. Essa corrente filosófica reconhece Hans Freudenthal (1905-1990) como seu criador.

proposta era de participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento, procurando estimular, neles, a capacidade de refletir criticamente sobre o assunto estudado, levando-os “a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2009, p. 20).

Os estudantes propuseram pesquisar reportagens que abordassem a temperatura nas salas de aula, assim, cada grupo escolheu uma reportagem que compartilhou com a turma por meio de apresentação oral. Durante as apresentações, algumas questões foram levantadas e relacionadas com a realidade da instituição de ensino em questão. A partir das discussões, os estudantes perceberam a relação do problema com os conteúdos físicos e questionaram sobre temperatura e calor, termômetros, transferência de calor, dilatação dos corpos, fatores que influenciam na elevada temperatura na sala de aula, materiais que constituem a estrutura da escola e que podem influenciar no aumento da temperatura e recursos que podem ser utilizados para amenizar o problema em questão. Esses conteúdos estão relacionados com a área de Termologia na Física, os quais são estudados no segundo ano. A autora comenta que:

O papel do professor foi fundamental, assumindo a função de mediador. Ele orienta o trabalho, esclarece dúvidas, incentiva os alunos, proporciona liberdade para os alunos pensarem e construir o conhecimento. E os alunos buscam evoluir os conceitos já existentes na estrutura cognitiva, novos conceitos e formas que auxiliam a obtenção de respostas (NASCIMENTO, 2016, p. 7).

Nesse sentido, os resultados explicitaram que a atividade de modelagem torna os alunos mais críticos pela oportunidade de contextualizar o conhecimento elaborado, favorecendo a formação cidadã.

A pesquisa desenvolvida por Lima e Santos (2016), intitulada “A Modelagem Matemática como metodologia de ensino: um relato de experiência no PIBID”, teve como objetivo apresentar um relato de experiência sobre dois casos de utilização da Modelagem Matemática como recurso metodológico, bem como suas contribuições para a formação dos bolsistas de iniciação à docência do PIBID. A metodologia utilizada neste trabalho foi apoiada nos estudos de Barbosa (2001a) e Biembengut (2009) e desenvolvida a partir de experiências de ensino com a utilização do ambiente de modelagem com uma turma do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública estadual vinculada ao Programa. Lima e Santos (2016) trabalharam, com os alunos, textos sobre densidade demográfica, tendo em vista a compreensão de conceitos, que serviriam de base para, em seguida, descobrirem a densidade da sua sala de aula naquele momento, e assim por diante.

Os autores utilizaram a abordagem da Modelagem Matemática com o propósito de levar os alunos a elaborarem um problema de seu interesse e desenvolverem suas investigações acerca do tema. Diante disso, um dos grupos decidiu analisar os impostos pagos nas contas de água e energia da escola. A atividade foi orientada pelo professor, pois o grupo foi em busca de referências bibliográficas, como livros, revistas e *internet*, para confrontar as informações encontradas. Em seguida, foram marcados encontros semanais para a socialização das pesquisas e dos planejamentos e para a construção do relatório final. Após a coleta de dados, os alunos realizaram uma análise qualitativa e construíram gráficos e tabelas, como forma de representar visualmente as informações encontradas. Os autores frisaram que

foi utilizada porcentagem e regra de três, facilitando a leitura e compreensão detalhada de cada imposto pago e a apresentação dos levantamentos de forma simples e dinâmica para a comunidade escolar acerca dos impostos cobrados em percentuais. Posteriormente socializaram a pesquisa realizada com a sala\turma. Também apresentaram o trabalho para toda a comunidade escolar em uma Feira de Matemática que a escola realiza anualmente, o que culminou a realização do trabalho (LIMA; SANTOS, 2016, p. 7).

De acordo com os referidos autores, os alunos passaram a ser mais independentes na busca por informações acerca da sua vivência na comunidade escolar, pois procuraram por respostas para seus questionamentos dentro e fora dela, o que torna a Modelagem Matemática uma aliada no ensino.

Contudo, esta experiência permitiu associarmos a teoria discutida na academia com a realidade e vivenciarmos os desafios enfrentados pelos docentes da escola pública. Assim, direcionou a nós de iniciação à docência um olhar reflexivo do ambiente escolar, o qual, será nosso futuro *locus* de atuação profissional, e dessa forma contribuiu para construir o ser professor e para nossa formação (LIMA; SANTOS, 2016, p. 9).

O trabalho de pesquisa de Dziadzio, Matulle e Burak (2018) trouxe como temática “Modelagem Matemática na Construção de um açude para criação de peixes”. Esse trabalho referiu-se a subsídios proporcionados pela Modelagem Matemática, como uma alternativa metodológica para o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática na Educação Básica. A metodologia da pesquisa foi exploratória e teve cunho qualiquantitativo, buscando elementos e dados que fornecessem subsídios para a formulação e resolução de problemas e que conduzissem para uma análise crítica da situação.

A referida pesquisa teve como objetivo buscar a melhor maneira de construir um açude, considerando o preparo do solo, os impactos ambientais, a forma de alimentação e comercialização dos peixes. Também foram pesquisados valores referentes à compra de materiais e mão de obra na

construção do açude, possíveis gastos com a criação dos alevinos e valores com comercialização dos peixes. Para a análise de dados numéricos, os autores basearam-se na ideia de Fonseca (2002, p. 20): “recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.”. Ou seja, a análise ocorreu de forma quantitativa, mediante situações-problema propostas. Na sequência, foram desenvolvidas análises críticas das soluções, bem como as etapas da Modelagem Matemática.

Partindo de um problema, Dziadzio, Matulle e Burak (2018) queriam saber qual o formato de açude mais econômico para criação de peixes - um prisma retangular ou cilindro -, sabendo-se que ambos os formatos possuíam mesmo volume e mesma altura. Para chegar aos resultados, os estudantes, além de calcularem volume e área, recorreram a cálculos sobre gastos com tanques escavados com revestimento em alvenaria e sem revestimento, materiais utilizados, dentre outros. Diante de todo o processo, concluíram que a construção se torna mais econômica quando o açude é apenas escavado e no formato circular, pois isso possibilita que os animais se alimentem dos microrganismos que irão se proliferar no solo, por exemplo.

O trabalho de Ferreira e Rocha (2019), que trouxe como tema “Modelagem Matemática no Ensino Médio: relato de uma experiência para desenvolver competências essenciais da BNCC”, tratou de uma experiência realizada por dois professores em duas turmas de primeiro ano do ensino médio do Curso Técnico Integrado de um Instituto Federal em Minas Gerais. A atividade de Modelagem Matemática foi proposta com os objetivos de desenvolver, nos alunos, as competências e habilidades essenciais conforme a Base Nacional Comum Curricular, trabalhar o conceito de função e propiciar a eles um primeiro momento de familiarização no processo de Modelagem de uma situação-problema. A atividade desenvolvida fez com que os alunos, partindo de algumas informações dadas, dos aspectos que eles consideraram e dos pressupostos formulados, estabelecessem uma proposta de solução para um problema de divisão da conta de água de um condomínio.

Na atividade desenvolvida, a proposta de solução para o problema deveria ser construída de forma a convencer todos os moradores de que o valor a ser pago por apartamento era justo. Nesse caso, justiça é a particularidade do que os estudantes consideram justo e correto, com o respeito à igualdade entre todos os moradores, sendo que o princípio básico que mantém a ordem no condomínio é que todos têm iguais direitos. Nesse contexto, os estudantes deveriam fazer justiça e também buscar a igualdade entre todos, de forma legal e consensual. Por fim, a atividade de

modelagem proposta proporcionou um contexto real para desenvolver o conceito de função. Segundo Ferreira; Rocha (2019, p.11): “Acreditamos que é preciso introduzir as noções básicas relacionados ao conceito de função através de situações cotidianas, pois desta forma podemos possibilitar o ensino do conceito de função de maneira intuitiva”).

Por fim, o trabalho intitulado “Uma atividade de Modelagem Matemática utilizando o *software* tracker” de Silva, Oliveira e Jerônimo (2019) fez referência a uma atividade que desenvolvida com 38 alunos do 1º ano do curso Técnico em Informática, Integrado ao Ensino Médio, de um Instituto Federal. Esse trabalho caracterizou-se como atividade do segundo momento (ALMEIDA; DIAS, 2004), com duração de duas aulas de 50 minutos, no início do segundo semestre letivo de 2019. Foi sugerido aos alunos que se organizassem em grupos de quatro ou cinco alunos, à sua escolha. A atividade foi adaptada de Silva, Borssoi e Almeida (2015) e teve, como objetivos, familiarizar os alunos com a Modelagem Matemática, levá-los a pensar sobre situações não essencialmente matemáticas a partir de informações disponíveis sobre um determinado fenômeno (lançamento oblíquo) e, ainda, utilizar conceitos relacionados à função quadrática.

Já que os alunos não tinham conhecimento algum em relação ao *software* Tracker, foram mostradas algumas de suas funcionalidades. A seguir, foi exposta a seguinte situação: *Considero o lançamento de uma pequena bola, para frente e para o alto, de forma que seja possível observar o seu trajeto desde que é lançada até tocar o chão.* Diante disso, as autoras citaram alguns exemplos paralelos conhecidos e até mesmo um vídeo que mostrava o lançamento de uma bola em uma pequena garagem de sua casa. De posse dos dados, cada grupo precisou elaborar um problema a ser resolvido ou investigado a partir das informações.

As autoras destacam que, para encontrar a solução dos problemas, foi dada liberdade aos alunos para utilizarem as estratégias que considerassem mais convenientes e aplicarem a matemática que já conheciam. Diante disso, as autoras concluíram que:

Conforme a literatura indica, articular modelagem matemática e tecnologia pode favorecer a aprendizagem matemática e facilitar a execução de algumas fases, seja pela visualização do fenômeno, pela obtenção dos dados ou pela validação dos resultados. No entanto, salientamos que o planejamento de atividades que pretendem integrar algum recurso tecnológico é fundamental para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados (SILVA; OLIVEIRA e JERONIMO, 2019, p. 6-7).

Assim, a análise dos trabalhos citados, tanto dissertações, teses e artigos, considerando resultados positivos e negativos, objetivos e conclusões, permite inferir que a Modelagem

Matemática oportuniza momentos de pesquisa, ajuda a motivar a participação dos alunos nas atividades e favorece que percebam eventuais erros e busquem corrigi-los. A mediação da Modelagem Matemática no processo de aprendizagem pode auxiliar os estudantes a desenvolverem autonomia na aprendizagem e a obterem ganhos cognitivos consideráveis.

De igual modo, permite afirmar que os recursos de comunicação, associados a materiais concretos, além de facilitarem o entendimento e o estudo dos alunos, promovem a comunicação da turma entre si e com o professor, oportunizando maior interatividade. Dessa forma, ocorre a produção de conhecimentos, o que faz com que os alunos tenham maior facilidade de fixação de conteúdos, sem necessidade de decorar. As atividades de Modelagem Matemática, atreladas ao cotidiano dos alunos, podem facilitar situações de aprendizagens que os levem a perceber a Matemática em suas vidas e que fomentem seu espírito investigativo.

Em geral, nos trabalhos analisados, os alunos apresentaram motivação, confiança, entusiasmo e melhor entendimento dos conteúdos trabalhados, assim como bons resultados nas avaliações realizadas. Portanto, baseado na leitura desses trabalhos, posso afirmar que atividades envolvendo a Modelagem Matemática podem trazer contribuições significativas nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática à medida que permitem a compreensão da natureza da matemática, bem como a aplicação dos conceitos matemáticos em situações reais.

Por outro lado, é importante destacar que alguns autores evidenciaram aspectos que devem ser considerados em relação às dificuldades encontradas por parte dos professores em direcionar as tarefas de modelagem. Foi citada a resistência de instituições e, principalmente, dos alunos no que tange ao desenvolvimento e interesse pelas atividades, pois estes não estão acostumados com aulas de Matemática que exigem aprimoramento da escrita e trabalho com pesquisa. É interessante mencionar também, como reflexão, o que foi destacado por Teixeira et al. (2010, p. 9): “Devemos apontar vários caminhos para que, em algum momento, possam ser planejadas atividades em que a essência da Modelagem Matemática revele-se, em aplicações de problemas na vida do modelador, ao aluno”.

Tanto a leitura dos trabalhos selecionados como as análises feitas foram fundamentais, pois fizeram com que minhas expectativas em desenvolver esta pesquisa aumentassem, já que um trabalho referenciado e uma metodologia teoricamente explicitada contribuem para o desenvolvimento de uma pesquisa acadêmica consistente. Os trabalhos auxiliaram para o entendimento de atividades referentes à Modelagem Matemática e fomentaram ideias para

trabalhar o tema abacaxi com a turma escolhida do curso Técnico em Agronegócio. Cabe destacar que, em minhas buscas, não encontrei trabalhos sobre Modelagem Matemática e o abacaxi, em aulas de Matemática na Educação Básica no ensino técnico.

No próximo capítulo, apresento, de forma detalhada, as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica abordando a Modelagem Matemática e o tema Abacaxi. As atividades são descritas conforme os passos de Burak (2004) e apresentam características do caso 2 de Barbosa (2004b).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na construção desta pesquisa pode ser classificada, a partir do ponto de vista de abordagem do problema, como qualitativa, uma vez que houve uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ocorrendo interpretação dos fenômenos e atribuição de significados. Conforme Bicudo e Viggiani (2006, p. 107), a pesquisa qualitativa busca “[...] atingir aspectos do humano sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir para métodos previamente definidos e, portanto, sem ficar presa a quantificadores e aos cálculos recorrentes”. Sendo assim, ao assumir o paradigma qualitativo, foquei este trabalho com um olhar interpretativo e reflexivo frente aos acontecimentos a que os dados se referiram.

O procedimento utilizado na investigação obedeceu a algumas características do estudo de caso que permite a “análise aprofundada e exaustiva de um objeto de pesquisa restrito, de modo a possibilitar seu amplo e detalhado conhecimento” (MOROZ; GLANFALDONI, 2002, p. 45). Como explica Ponte (2006, p. 2):

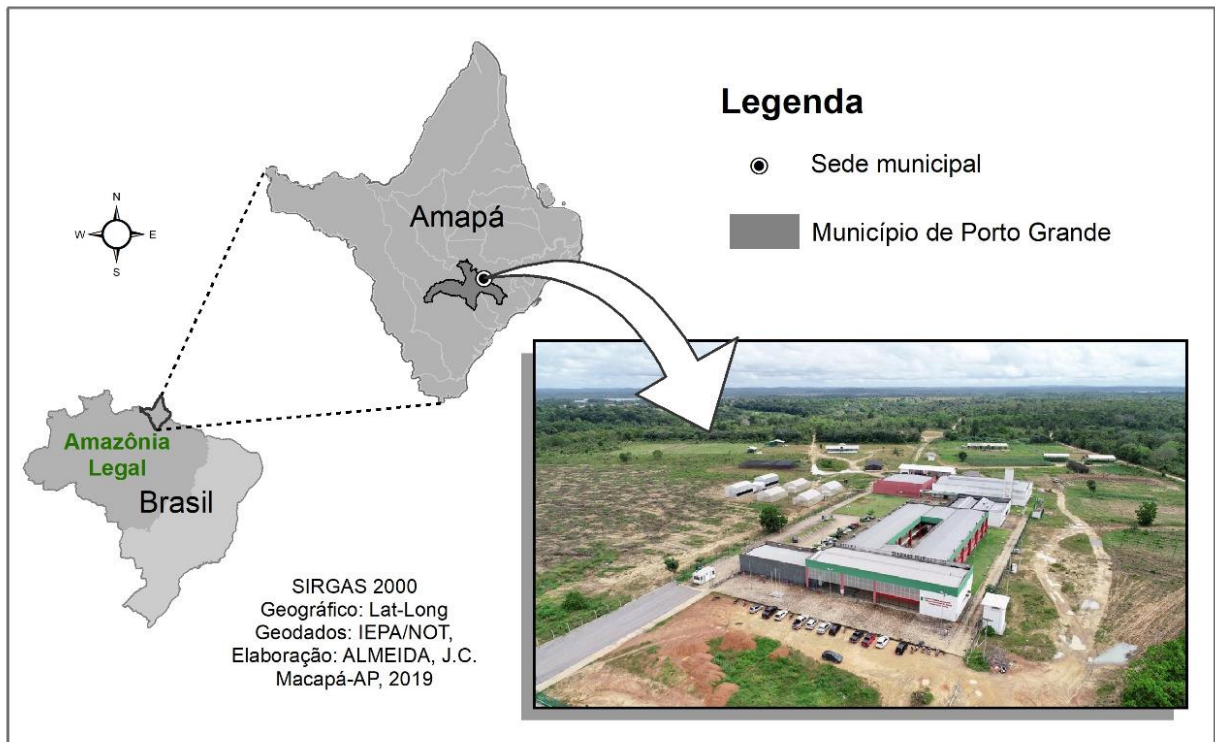
Um estudo de caso visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social. O seu objetivo é compreender em profundidade o “como” e os “porquês” dessa entidade, evidenciando a sua identidade e características próprias, nomeadamente nos aspectos que interessam ao pesquisador. É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenômeno de interesse.

A pesquisa foi baseada no conceito de Yin (2005, p. 32), segundo o qual “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Yin (2005) defende que as evidências de uma pesquisa do tipo estudo de caso originam-se de seis fontes diferentes: documento, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Nesse sentido, a presente pesquisa utilizou características de estudo de caso, tendo em vista que foram realizadas atividades com um grupo específico de alunos de uma turma e que, a partir delas, foram feitas reflexões acerca dos resultados do estudo.

Esta pesquisa foi desenvolvida de forma totalmente virtualizada, com um grupo de alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP) - *Campus* Porto Grande

(AP), município localizado a 100 km de Macapá, capital do Estado do Amapá (Figura 5), local onde desempenho minha profissão como professor de Matemática.

Figura 5- *Campus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), (campus agrícola), localizado no município de Porto Grande-AP



Fonte: Almeida, J. C. (2019).

Para compor a pesquisa, escolhi a turma do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio do Ensino Médio na forma integrada, pois ela já tinha sido objeto de estudo de uma proposta aplicada na disciplina de Estágio Supervisionado, do mestrado, em 2019. As atividades foram desenvolvidas totalmente de forma remota e foram gravadas com recurso da plataforma *Google Meet* e auxílio do aplicativo de mensagens (*WhatsApp*), durante o segundo semestre letivo de 2020, em função do aumento do número de casos da pandemia da Covid-19. Segundo Garcia et al. (2020), ensinar de forma remota é permitir o compartilhamento de conteúdos escolares de forma organizada por meio de perfis criados em plataformas de ensino (SIGAA e MOODLE, aplicativos como Hangouts, Meet, Zoom ou redes sociais).

A turma selecionada, atualmente, é composta por 30 alunos, sendo 17 do sexo feminino e 13 do sexo masculino. Todos estudam no período integral, sendo a maioria dos alunos oriundos da zona rural, com faixa etária próxima aos 16 anos. No entanto, apenas foi possível realizar as atividades com um grupo de 20 alunos que tinham acesso à *internet* e que participaram voluntariamente da prática pedagógica, já que as aulas presenciais estavam suspensas desde março de 2020, em função da Pandemia da Covid-19. É importante frisar que solicitei, ao diretor geral do campus, permissão para a realização desta pesquisa, por meio do Termo de Concordância da instituição de ensino (APÊNDICE A).

A princípio, foi necessário conhecer o perfil profissional do futuro técnico em agronegócio do Instituto Federal do Amapá, Campus Porto Grande que é formado pela instituição:

Técnico em Agronegócio, dentro das suas atribuições, deverá apresentar habilidades e competências técnicas e científicas na área de Recursos Naturais. Deverá também possuir uma visão estratégica globalizada do setor produtivo, coordenar operações de produção, armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e derivados (IFAP, 2017, p. 13).

O curso Técnico em Agronegócio do IFAP (2017) apresenta, como objetivo geral, formar profissional habilitado para atuar nas cadeias produtivas agropecuárias e agroindustriais, seja na gestão, produção ou comercialização, dotado de princípios éticos, visão crítica, comprometido com o desenvolvimento e o respeito pela preservação e conservação do meio ambiente. É necessário salientar que, antes de formar o técnico em agronegócio, cada disciplina tem seu papel de importância nessa formação profissional técnica. Por exemplo, cabe citar alguns objetivos considerados importantes na matemática, contemplados no Projeto Pedagógico do Curso – PPC (IFAP, 2017, p. 25):

- Aplicar conhecimentos matemáticos nas atividades cotidianas;
- Desenvolver atitudes positivas em relação à matemática, como autonomia, confiança em relação às capacidades matemáticas, perseverança na solução de problemas, gosto pela matemática e pelo trabalho cooperativo;
- Dominar a leitura, a interpretação e a produção de textos, nas mais diversas formas, incluindo os termos característicos da expressão matemática (numérica, gráfica, geométrica, lógica, algébrica), a fim de se comunicar de maneira precisa e rigorosa;

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas e gráficos;
- Selecionar e utilizar instrumentos de cálculo, representar dados, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar os resultados.

Os objetivos do referido curso acabaram favorecendo a possibilidade de introduzir a Modelagem Matemática como uma proposta pedagógica no curso Técnico em Agronegócio, pois desenvolver atividades com os alunos a partir de temas de seu interesse contribui para que compreendam determinados conteúdos e, assim, os apliquem na sua formação.

Durante a realização desta pesquisa, utilizei os seguintes instrumentos para o levantamento de dados: gravação das aulas por meio de vídeos e áudios (Plataforma *Google Meet*) e com auxílio do aplicativo de mensagens (WhatsApp); diário de campo dos alunos (relatórios individuais; conversas pelo chat da plataforma *Google Meet*) e do professor; e, ainda, entrevista aplicada no final da prática pedagógica. Cabe ressaltar que, quanto maior for o número de informações recolhidas e observadas durante as atividades desenvolvidas, maior a credibilidade da pesquisa.

O uso de tecnologias como suporte para a coleta de dados é importante, pois, por meio delas, o processo de observação das atividades realizadas dentro e fora da sala de aula confere maior diversidade e riqueza de informações, enriquecendo a pesquisa. Em relação às observações feitas por filmagem, de acordo com Yin (2010), por meio dela é possível captar sons e imagens que proporcionam aspectos a serem analisados quanto às reações dos alunos durante a exploração das atividades, os quais, muitas vezes, passam despercebidos pelo pesquisador. Destaco que, nesta pesquisa, as filmagens realizadas no decorrer do desenvolvimento da prática pedagógica foram feitas com esse intuito.

Outro instrumento que foi utilizado na pesquisa foi o diário de campo dos alunos, no qual eles foram desafiados a descrever o desenvolvimento das atividades propostas, expressando também as suas percepções, dúvidas e aprendizagem sobre as aulas, no final de cada encontro. Também fiz uso de um diário de campo em que anotei minhas observações e percepções em relação à prática desenvolvida, bem como às reações dos alunos no decorrer da intervenção pedagógica. Para Demo (2012, p. 33):

[...]. O analista qualitativo observa tudo, o que é ou não dito: os gestos, o olhar, o balanço, o meneio do corpo, o vaivém das mãos, a cara de quem fala ou deixe de falar, porque tudo

pode estar imbuído de sentido e expressar mais do que a própria fala, pois a comunicação humana é feita de sutilezas, não de grosserias. Por isso, é impossível reduzir o entrevistado a objeto.

No final da prática, apliquei, com os alunos, uma entrevista para verificar suas opiniões e percepções quanto ao trabalho desenvolvido, a qual contemplou perguntas abertas, que deram liberdade ilimitada de respostas ao informante. A vantagem da entrevista é que nela não há influência do pesquisador quanto a respostas preestabelecidas, pois o informante pode falar o que lhe vem à mente. As entrevistas foram transcritas e posteriormente analisadas para encontrar indícios de respostas ao problema proposto.

A análise dos dados emergentes foi descritiva, ou seja, recolhi, da plataforma do *Google Meet* e do aplicativo de mensagens *WhatsApp*, as falas dos alunos, suas respostas, as imagens e os esquemas produzidos por eles. Em seguida, fiz várias leituras e releituras do material, comparando-o com o referencial teórico.

Para contemplar os objetivos propostos na pesquisa, na prática pedagógica utilizei as etapas de Burak (2004) para desenvolver atividades envolvendo Modelagem Matemática:

- Escolha do tema: constitui o momento em que os estudantes podem sugerir temas de seu interesse;
- Pesquisa exploratória: nesta etapa, o grupo busca coletar dados e outras informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho;
- Levantamento dos problemas: com as informações obtidas na etapa anterior, o grupo formula os problemas, de acordo com seus interesses específicos e o que deseja estudar;
- Resolução do problema e desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema: para resolver os problemas levantados, são necessários conteúdos matemáticos, assim, o professor auxilia os alunos a rever conceitos e conteúdos estudados anteriormente;
- Análise crítica das soluções: os estudantes podem confrontar os resultados obtidos com a realidade e verificar se existe coerência com o que foi estudado.

Assim, no primeiro momento, houve a apresentação do projeto, a divisão dos grupos e a escolha dos subtemas pelos alunos. O segundo momento foi destinado às discussões referentes às temáticas já estabelecidas por eles, à relação com os conteúdos matemáticos e às perguntas elaboradas para o Engenheiro Agrícola.

O terceiro momento, então, foi marcado pela palestra do Engenheiro Agrícola, que explanou sobre cada subtema dos grupos, com a finalidade de que adquirissem mais conhecimento, inteirando-se de cada subtema.

No quarto momento ocorreu a elaboração dos problemas, o levantamento das possíveis soluções e a preparação das apresentações de cada grupo. No quinto momento houve a socialização dos grupos, tendo cada grupo mostrado as resoluções de seus problemas para os demais colegas e, ao mesmo tempo, as críticas das soluções. Por fim, no sexto momento, fiz uma entrevista individual com cada participante, solicitando que apontasse pontos positivos da aplicação do projeto e aspectos a melhorar.

Destaco que os momentos citados por Burak (2004) ocorreram em nove encontros, totalizando 20 horas/aula com o grupo de alunos do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio na forma integrada. Dessa forma, no primeiro encontro os alunos pensaram em subtemas de seus interesses, a partir do tema abacaxi; no segundo e terceiro encontros, os alunos realizaram a pesquisa exploratória dos subtemas. Como forma de fortalecer suas escolhas e pesquisa, no quarto encontro houve a presença de um Engenheiro Agrícola para esclarecer dúvidas sobre os subtemas definidos. No quinto encontro, houve o levantamento dos problemas e sua relação com os conteúdos matemáticos. No sexto, a resolução dos problemas elaborados pelos próprios alunos e a preparação para a socialização dos resultados e, no sétimo e oitavo encontros, ocorreram as apresentações dos grupos, bem como as análises e críticas acerca das soluções dos problemas elaborados. Por fim, no nono encontro, foi feita a avaliação da prática, por meio de uma entrevista com cada aluno, de acordo com seu grupo.

Nesses encontros, foi investigado como o cultivo do abacaxi, sendo um dos principais produtos cultivados e comercializados na região, pode influenciar a vida das pessoas. Esse tema também foi relacionado com conteúdos matemáticos: matrizes, unidades de medidas, geometria, área, perímetro de figuras planas, gráficos, tabelas, porcentagens, dentre outros. Saliento que, aos alunos e/ou responsáveis legais, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) para que todos tivessem ciência dos aspectos relacionados à sua participação na pesquisa.

Na sequência, descrevo as atividades desenvolvidas em cada um dos encontros da prática pedagógica efetivada.

1º Encontro – 2h/a

No primeiro encontro, que foi realizado virtualmente por meio do *Google Meet*, lancei a temática do “Abacaxi”, estimulando os alunos a refletirem sobre a relação desse tema com algum conteúdo matemático e sobre sua presença em seu cotidiano. Nesse momento, os alunos discutiram sobre a temática Abacaxi e sua importância para o município de Porto Grande-AP, uma vez que é um dos principais produtos que mobiliza a cidade, considerando- o Festival do Abacaxi. O objetivo foi mostrar aos alunos que o abacaxi é um produto importante para o município, uma vez que gera emprego, renda, incentivando novos produtores.

Em seguida, repassei, aos alunos, informações sobre a pesquisa, explanando a respeito dos instrumentos de coleta de dados. Salientei que todos os encontros iriam ocorrer de forma virtualizada, utilizando como recurso a plataforma *Google Meet*, com auxílio do aplicativo de mensagens (*WhatsApp*). Também mostrei alguns conteúdos que faziam parte da grade curricular do 2º ano do ensino médio, pois, no decorrer dos encontros, os alunos precisariam fazer relação com a matemática vista no referido ano ou até mesmo com outros conteúdos de anos anteriores ou posteriores. Essa lista de conteúdos foi enviada por meio de fotos e em tópicos, para discussão e orientações no decorrer da prática realizada.

Após, os alunos foram divididos, de maneira aleatória, em cinco grupos, e escolheram seus subtemas, de acordo com seus interesses, mas baseados na temática Abacaxi. Os alunos estavam animados, mas, como apresentaram dificuldades na tomada de decisão, precisei intervir nas escolhas dos subtemas. A partir daí, conseguiram finalizar essa etapa, passando a se sentir mais independentes. Nesse contexto, assim como Malheiros (2014), entendo que a transferência de responsabilidade e autonomia aos estudantes deve ser feita de maneira gradual, considerando que os estudantes haviam tido pouco ou nenhum contato com propostas utilizando Modelagem Matemática.

2º Encontro – 2h/a

Neste encontro ocorreram as discussões em grupo referentes às temáticas já estabelecidas em uma única sala criada pelo *Google Meet* no encontro anterior, bem como foi estabelecida a relação com os conteúdos matemáticos. Em seguida, cada grupo elaborou, no máximo, cinco perguntas/problemas sobre o seu subtema de interesse, para fazer ao Engenheiro Agrícola que participaria do quarto encontro. O objetivo dessa proposta foi fazer com que os alunos

enriquecessem a pesquisa do referido subtema, bem como o andamento das atividades que foram realizadas.

3º Encontro – 2,5h/a

Continuação das atividades do encontro anterior, em uma única sala criada pelo *Google Meet*.

4º Encontro – 2h/a

O quarto encontro contou com a participação do Engenheiro Agrícola, professor do *campus*, que ministrou uma palestra a fim de dar uma visão geral sobre o Abacaxi e sua cultura, fazendo relação com o agronegócio. Essa palestra, que se deu em uma única sala virtual criada pelo *Google Meet*, teve duração de 40 minutos, com período posterior para questionamentos elaborados pelos alunos no encontro anterior. Meu objetivo, com esse encontro, foi que os alunos tirassem dúvidas e esquematizassem itens que estavam sendo pesquisados.

5º Encontro – 2,5h/a

Neste momento, desafiei os alunos a pensarem em problemas a serem pesquisados e apresentados aos colegas. Foram abertas cinco diferentes salas virtuais no *Google Meet*, para cada grupo discutir seus subtemas, relacionando-os a algum conteúdo matemático do 2º ano, preferencialmente. Os problemas poderiam ser também decorrentes da palestra proferida pelo Engenheiro Agrícola, no encontro anterior. Neste encontro os alunos também puderam esclarecer dúvidas acerca dos conteúdos matemáticos relacionados a cada subtema.

6º Encontro – 2h/a

No 6º encontro, os alunos prepararam suas apresentações para o grande grupo, em uma única sala virtual criada no *Google Meet*. Nesta apresentação, os alunos tiveram de contemplar o que foi pesquisado, bem como curiosidades e informações importantes sobre o subtema. Aliado a isso, tiveram de destacar o problema elaborado, a resolução e o conteúdo envolvido e sistematizado por eles no quinto encontro. Ademais, disse a eles que podiam acrescentar informações discutidas pelo Engenheiro Agrícola no quarto encontro.

7º Encontro – 2h/a

Neste momento ocorreram as apresentações/socializações dos grupos, em uma única sala virtual criada pelo *Google Meet*. Cada grupo apresentou os resultados da pesquisa, utilizando, para isso, de dez a 20 minutos. Destaco que os alunos buscaram relações com conteúdos matemáticos do 2º ano e com temas abordados nas aulas formais da disciplina, com a mediação do professor. Como professor, auxiliei quando necessário para a compreensão do conteúdo matemático em estudo, ou seja, a partir da fala dos estudantes sobre o assunto, realizei intervenções sobre a matemática envolvida no trabalho. Com essa etapa, busquei que os alunos percebessem dados numéricos que aparecem inseridos nos textos e identificassem a presença da matemática em outras áreas do conhecimento. Os alunos, com meu auxílio, ainda na mesma sala virtual, exploraram possíveis conceitos matemáticos existentes nos diferentes subtemas apresentados.

8º Encontro – 2h/a

Continuação das apresentações/socializações dos trabalhos do encontro anterior e discussão de conteúdos que surgiram. Foi criada apenas uma única sala no *Google Meet*.

9º Encontro – 3h/a

No último encontro ocorreu a avaliação da prática, por meio de uma entrevista com cada aluno, de acordo com seu grupo. Assim, foi aberta uma sala somente para entrevista no *Google Meet*, com o objetivo de investigar o que cada participante aprendeu durante o desenvolvimento das atividades e também de ouvir sobre pontos positivos ou a melhorar.

Acredito que ter utilizado a Modelagem Matemática como metodologia de ensino para a compreensão de conteúdos matemáticos dentro e fora da sala de aula, atrelada ao objeto de estudo, o abacaxi, foi uma saída eficaz para o aluno sentir prazer em estudar e para eu poder dialogar mais com seu aluno. Dessa forma, o aluno passou a ser mais independente no processo e eu, como professor, pude atuar como um mediador desse conhecimento, ocasionando aprendizagem.

No Quadro 7 descrevo, de maneira sucinta, as atividades realizadas em cada encontro, com seus respectivos objetivos.

Quadro 7 - Descrição da intervenção pedagógica, associando objetivos e atividades desenvolvidas

Encontro	Carga Horária	Atividades Desenvolvidas	Objetivos
1°	2h	Apresentação do projeto, escolha dos subtemas e divisão dos grupos.	Apresentar a proposta do tema abacaxi, mostrando que é um produto importante para o município; Dividir os alunos em pequenos grupos; Escolher subtemas de interesse vinculados ao tema Abacaxi.
2°	2h	Pesquisa e discussões acerca das temáticas nos pequenos grupos e elaboração de perguntas para o Engenheiro Agrícola.	Realizar pesquisa referente ao subtema do grupo e elaborar questões para o Engenheiro de acordo com o subtema e curiosidades.
3°	2h30min	Socialização dos dados da pesquisa sobre o subtema ao grande grupo.	Socializar os dados da pesquisa sobre o subtema escolhido.
4°	2h	Palestra do Engenheiro Agrícola.	Participar ativamente da palestra do Engenheiro Agrícola, esclarecendo dúvidas referentes aos subtemas pesquisados.
5°	2h30min	Elaboração dos Problemas.	Elaborar problemas sobre o subtema e sistematizar ideias já vinculadas ao conteúdo matemático ou de preferência do 2° ano.
6°	2h	Preparação das apresentações.	Contemplar o que foi pesquisado - curiosidades, informações importantes - bem como o problema elaborado, a resolução e o conteúdo envolvido e sistematizado de acordo com cada subtema.
7°	2h	Apresentação/Socialização dos grupos.	Perceber os dados numéricos que aparecem inseridos nos problemas formulados e identificar a presença da matemática em outras áreas do conhecimento.
8°	2h	Continuação do encontro anterior.	Perceber os dados numéricos que aparecem inseridos nos problemas formulados e identificar a presença da matemática em outras áreas do conhecimento.
9°	3h	Avaliação/Entrevista.	Apontar os pontos positivos, pontos a melhorar, bem como o que aprenderam durante o desenvolvimento das atividades.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

No próximo capítulo, apresento a análise dos dados emergentes e os resultados decorrentes da prática pedagógica efetivada.

4 ANÁLISE E DISCUSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, analiso os resultados obtidos com a prática pedagógica desenvolvida em nove encontros, agrupados em seis momentos.

1º Momento (1º Encontro): Apresentação do projeto, escolha dos subtemas e divisão dos grupos

O primeiro encontro junto à turma do 2º Ano do Ensino Médio do curso Técnico em Agronegócio na forma integrada foi realizado no dia 20 de julho de 2020 e teve duração de 2 h/a. De início, foi criada uma sala na plataforma *Google Meet* e, em seguida, passei as informações do projeto que seria desenvolvido, sobre as atividades que ocorreriam ao longo da trajetória e o tema Abacaxi, uma vez que é uma cultura importante para o município de Porto Grande, Estado do Amapá. Além disso, decidimos que todas as atividades ocorreriam de forma virtualizada, pois, devido à situação da pandemia, não teríamos condições de executá-las de forma presencial, assim evitando possíveis aglomerações e preservando a saúde de todos. Ficou combinado que os encontros ocorreriam em três dias na semana, em dias alternados, e que, no final, eu faria uma entrevista com cada um, com foco nas percepções sobre as atividades e conhecimentos adquiridos.

Em seguida, solicitei aos alunos que formassem cinco grupos com quatro componentes para que pudessemos realizar as futuras atividades. No Quadro 8, a organização dos grupos da turma.

Quadro 8 - Organização dos alunos por grupo

GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
A3	A1	A9	A5	A6
A4	A2	A12	A7	A8
A13	A10	A15	A14	A17
A19	A11	A16	A20	A18

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Após a divisão dos grupos, solicitei que os alunos pensassem em subtemas de acordo com seus interesses, dando-lhes um tempo para discutirem entre si. Nesse instante, o aluno A19¹⁰ perguntou: *Professor, esses grupos que estão sendo montados depois de escolherem o subtema, o senhor que vai escolher qual vai ficar?* Respondi que não, pois a ideia era eles terem autonomia na escolha do tema e que minha função, como professor, era de apenas orientar todo o processo. De acordo com Barbosa (1999, p. 7), “o papel do professor no momento em que perde o caráter de detentor e transmissor de saber, será entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de partícipe”.

No início, os alunos sentiram dificuldades em pensar sobre os subtemas de seus interesses. Foi nesse momento que intervim, dizendo: *Quando a gente pensa em Abacaxi, o que vem em nossa cabeça?* Eles responderam: *Comer, Festival do Abacaxi*. Comecei a instigá-los, perguntando se o Festival do Abacaxi poderia ser um subtema. O aluno A3, do grupo 1, respondeu: *Sim e pode ser relacionado a estatística de quantas pessoas irão aparecer*. Nesse momento, percebi que os alunos começaram a pensar de forma mais rápida e a se envolver mais neste encontro. É importante destacar que lancei um tema geral - o Abacaxi - e os alunos foram pensando em subtemas de seu próprio interesse, como: cultivo do abacaxi, processamento do abacaxi e meme no Festival do Abacaxi.

No momento em que os alunos foram organizando suas ideias, notei seu interesse, pois perceberam que estavam livres para pensar em temas que consideravam pertinentes, satisfazendo, assim, curiosidades sobre o abacaxi. Meu papel era o de mostrar que tinham autonomia, criatividade e que exerciam papel fundamental para a aprendizagem de forma coletiva e individual. Gonçalves (2000, p. 43) pontua que:

O importante é que os futuros professores de matemática possibilitem aos seus alunos oportunidades de aprender e de pensar criativamente, de posicionar-se criticamente aos problemas do dia-dia, buscando e discutindo soluções, tomando decisões e construindo a sua cidadania.

Depois de discussões sobre a escolha dos subtemas, dúvidas e intervenções realizadas, os alunos chegaram à conclusão definitiva sobre o que iriam trabalhar, de acordo com cada grupo, como mostra o Quadro 9.

¹⁰ Os alunos foram identificados por A1, A2, A3... A20, para preservar seu anonimato. Os comentários e as respostas dos alunos estarão em itálico no decorrer do texto para diferenciar da citação de autores do referencial teórico.

Quadro 9 - Escolha dos subtemas por grupo

GRUPO	SUBTEMA
G1	A influência da cultura do Abacaxi na economia Amapaense
G2	O custo-benefício no processo de escoamento da produção do Abacaxi
G3	Gastos para a produção e colheita do Abacaxi
G4	Produção do Abacaxi: Atividade anual ativa
G5	Gastos no festival e precariedade na terra do Abacaxi

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Observei que os alunos começaram a participar ativamente em grupo, que tinham interesse pelo tema e que estavam à vontade para a elaboração dos subtemas. De acordo com Santos, Neves e Madruga (2020), por meio da Modelagem Matemática, o ensino passa a ser mais dinâmico, pois os conteúdos trabalhados tornam-se mais agradáveis. O professor passa a ser um facilitador do conhecimento e os alunos, protagonistas dessa construção, contribuindo na discussão de fatores sociais, culturais e no trabalho em grupo.

2º Momento (2º e 3º encontros): Discussões das temáticas, relação com conteúdos matemáticos e elaboração de perguntas para o Engenheiro Agrícola

No segundo encontro, ocorreram as discussões, em uma única sala criada pela plataforma *Google Meet*, referentes aos subtemas já estabelecidos no primeiro encontro e à relação com conteúdos matemáticos. No início os alunos ficaram tímidos para expor o que haviam pesquisado - ficaram totalmente calados e sem saber como falar. Nesse momento resolvi fazer a intervenção, pois tinha intuito de recolher informações a respeito das pesquisas sobre os subtemas. Primeiramente, comecei citando um subtema aleatório como ilustração - o futebol -, comentando sobre o contexto histórico e seus benefícios. Destaquei que os campos de futebol possuem medidas padrão para realizar campeonatos e disse que, por meio dessa informação, se poderia trabalhar com o conhecimento de medidas de área, perímetro, proporção, dentre outros.

O momento da intervenção foi importante, pois foi uma forma de estimular a participação de todos os alunos nas discussões. Perguntei a eles o que haviam pesquisado, salientando a

importância de que todos pesquisassem algo que achassem interessante e curioso. O aluno A3 se manifestou:

O nosso tema aborda a economia, então fui procurar no IBGE a economia do nosso estado, no caso no total todo. Eu estou na página do IBGE e não consigo entender o que é isso por que está em porcentagem, índice de desenvolvimento humano 0,708, eu não faço a mínima ideia do que é isso (A3).

Disse ao aluno A3 que existem temas específicos e alguns de difícil entendimento, por isso precisamos recorrer à pesquisa para compreendê-los. Segundo Merlim (2020), os alunos precisam ser incentivados a pesquisar e a buscar conhecimentos de modo que esses possam ser aplicados. Nesse sentido, fomos todos pesquisar a respeito de sua dúvida, sendo que os alunos utilizaram o celular para realizar a pesquisa diretamente no *Google*, pois era a única ferramenta tecnológica a seu dispor. Observamos que, segundo o IBGE (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede o progresso de uma nação a partir de três dimensões - renda, saúde e educação - e que o valor de 0,708, em 2010, situava essa Unidade Federativa (UF) na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). Comentei ainda sobre a importância da pesquisa em cada subtema, pois era preciso ter informações seguras e confiáveis para responder questões que seriam problematizadas no decorrer das atividades.

Ressaltei que cada subtema desenvolvido em grupo poderia despertar o interesse e curiosidade dos colegas, uma vez que todos os subtemas foram pensados a partir do contexto em que estavam inseridos. Por exemplo, perguntei a eles o que ficava na cidade, após o término do evento do Festival do Abacaxi, quando toda a estrutura era desmontada. Os alunos mencionaram a sujeira, postes de energia elétrica quebrados, plantas destruídas e outros entulhos. Então, falei a eles que era isso que devia ser mostrado à comunidade local, como forma de levar o conhecimento para haver conscientização. A partir dessa conversa, os alunos começaram a expor problemas do contexto local, como falta de investimento em educação, saúde e segurança. Assim, sentiram-se mais à vontade para comentar sobre os subtemas escolhidos. Em efeito:

O uso da modelagem no processo de ensino-aprendizagem propicia a oportunidade de exercer a criatividade não somente em relação às aplicações das habilidades matemáticas, mas, principalmente, na formulação de problemas originais, uma etapa tão estimulante quanto o da resolução (BASSANEZI, 2015, p.12).

Observei que introduzir, nas discussões, diversas situações reais, estimulou a formulação de problemas, que acabaram fomentando o instinto matemático nos alunos. Ademais, instigou-os

a pensarem e a buscarem por estratégias diferenciadas de resoluções e elaboração de modelos matemáticos.

Diante disso, perguntei para os alunos do grupo 1, que escolheu como subtema “A influência da cultura do Abacaxi na economia Amapaense”, o que tinham conseguido encontrar de interessante. Segundo o aluno A3, o festival do Abacaxi atrai muitas pessoas de dentro e fora do estado: *Veio pessoas de fora do estado para conhecer a produção do Abacaxi, uma vez que o município possui um festival, querendo ou não tem um pouco de reconhecimento.* O aluno A13 acrescentou que a produção do abacaxi *tem muito potencial, pois é umas das únicas frutas que não é afetada pela mosca da carambola; aumenta o potencial de exportação; é muito importante valorizar o produto local.* Todos os alunos concordaram com os comentários dos colegas e reconheceram a importância do Festival do Abacaxi para cidade, pois, além de ser uma atração, gera emprego indireto e rendas para algumas famílias da cidade e colônias vizinhas.

Depois das colocações, chegou o momento de estabelecer relação com algum conteúdo matemático, considerando a pesquisa realizada ainda pelo grupo 1. O aluno A3 perguntou se era possível construir gráficos e respondi que sim. Inclusive, comentei, como sugestão, que podiam pensar em um quadro comparativo dos últimos cinco anos da economia amapaense. Entretanto, destaquei que o grupo podia ficar à vontade para trabalhar o que achasse necessário, usando sua criatividade. O aluno A4 fez uma colocação importante: *Como nosso estado produz mais de 12 milhões de pés de Abacaxi anualmente e só o nosso município (Porto Grande-AP) tem a metade dessa produção, aí poderíamos aplicar matemática, pois ela está desde o início da produção até o fim que é a venda; quantos pés plantar em uma área, quantas covas.*

Sugeri que, com base nesse levantamento, poderiam ser trabalhados alguns conceitos de matemática financeira, juros, porcentagem ou até mesmo relação entre economia amapaense e economia de Porto Grande, pois seria interessante relacionar a realidade local com a estadual. Para Costa e Igliori (2018), a Modelagem Matemática possibilita ao aluno abordar conteúdos matemáticos, levando em consideração sua realidade e tendo como foco explicar matematicamente situações do seu cotidiano, assim como das mais diferentes áreas da Ciência, sempre com o propósito de educar matematicamente.

Encerradas as discussões com o grupo 1, solicitei a participação do grupo 2. Assim, fiz alguns questionamentos acerca de seu subtema: “O custo-benefício no processo de escoamento da produção do Abacaxi”. O aluno A11 fez uma colocação relevante:

Olha professor, ontem e hoje foi como o pessoal do primeiro grupo disse, realmente é muito difícil achar dados sobre a produção aqui do nosso Estado, a gente acha mais artigos científicos e geralmente de universidades locais. Então tive que fuçar bastante. E aí, coincidentemente eu li esse artigo que eles citaram a presença do presidente de uma grande empresa de exportação, a ABRAFRUTAS que é Associação Brasileira de Indústria de Frutas. E eu estava procurando em si a quantidade, a produção anual de abacaxi né, para saber porque a gente está falando de escoamento (A11).

Nessa fala fica claro que o aluno fez uma pesquisa ampla e cuidadosa, bem como apropriou-se de leitura a ponto de fazer o seguinte questionamento:

Então, eu queria saber o porquê de tanta produção anual que são toneladas por ano que são produzidas não ter um bom escoamento. De acordo com algumas pessoas que eu conversei do IFAP, a Colônia Agrícola do Matapí, não tem incentivo financeiro público para comprar caminhões para eles transportarem abacaxi para outros locais que não sejam só na cidade (A11).

Nesse depoimento é perceptível o entusiasmo do aluno com a proposta escolhida, pois, além de sentir interesse em buscar mais informações, fez reflexões pertinentes sobre sua temática. Assim, concordo com Vertuan e Almeida (2016), quando afirmam que, ao se propor atividades de Modelagem Matemática, os alunos passam a ter consciência quanto às suas resoluções e práticas, o que acaba fortalecendo a realização de novas atividades. O aluno A11 ficou intrigado com a questão do escoamento da produção de Abacaxi em sua realidade local, conforme pode ser visualizado no seu depoimento:

Então, eu fui pesquisar o preço de um caminhão que tá em torno de R\$ 150.000,00, comparei com a quantidade de pés e fiz assim uma relação. Por exemplo, se cada pé produzir um Abacaxi com preço mínimo de R\$ 2,00, só nisso já são 12 milhões de pés. No início já seriam 24 milhões de reais, o preço de 10 caminhões. Só 10 caminhões grande dá só um milhão e quinhentos e ainda sobra R\$ 22.500,00 e alguma coisa. Aí eu fiz toda essa relação e fiquei sem entender o porquê que a prefeitura não fomenta a exportação pelo menos dentro do Estado né do nosso produto do abacaxi (A11).

As colocações do aluno A11 estão relacionadas a dois princípios elencados por Burak (2019): o primeiro é o interesse do grupo envolvido, que estimula o aluno a questionar suas dúvidas; o segundo é a obtenção dos dados no próprio ambiente onde os alunos vivem, o que desperta maior entusiasmo e promove discussão e pesquisa, gerando atitudes de motivação.

Cabe ressaltar que o aluno apresentou uma situação real de sua localidade, a qual despertou nele o interesse de buscar por uma solução. Para isso, apropriou-se de alguns conteúdos matemáticos, cálculos mentais, regra de três, sistema monetário, além da lógica, pois já tem um conhecimento adquirido em anos anteriores. Nessa perspectiva, Zontini e Burak (2019) consideram

o aluno como um sujeito ativo que participa do processo de construção de seu conhecimento, pois tem interesses, dúvidas, certezas e angústias diante do problema em questão.

O aluno A11 ainda relatou um problema provocado pelo não escoamento da produção de abacaxi em Porto Grande que, segundo ele, é preocupante:

Nas minhas pesquisas anteriores, do projeto de estágio eu fui visitar uma fazenda, eu perguntei para o dono da fazenda e ele falou que estraga pelo menos dois terços produzidos. Por que produz muito para um público pequeno, então o problema nessa situação é o escoamento não tem como exportar os produtos (A11).

Nessa linha argumentativa, o aluno A13 apresentou, como uma possível solução para essa produção não perecer, que fosse distribuída a famílias carentes do município, como uma forma de parceria entre prefeitura e agricultores:

Uma solução para esse desperdício, seria a prefeitura realizar uma parceria com os agricultores em se comprometendo comprar esses produtos e em seguida distribuir para famílias mais carentes. Aqui no município tem bastante família necessitada, não só no interior como dentro da cidade (A13).

Percebi que os alunos aceitaram de forma positiva a temática do Abacaxi, pois, além de as questões envolvidas estarem relacionadas a suas vidas, a fruta faz parte do seu cotidiano, por se tratar de um alimento que compõe a renda familiar, assim como a alimentação de várias famílias.

O aluno A19 relatou que participa de um projeto, cujo objetivo é levar conhecimentos técnicos aos agricultores de sua localidade, para que eles não cultivem somente brócolis, por exemplo, mas também, a partir dos conhecimentos técnicos adquiridos, possam desenvolver outras culturas, como é o caso do abacaxi. A informação, acompanhada do conhecimento técnico, exerce um papel fundamental no desenvolvimento local, pois garante um progresso técnico, auxiliando na redução da mão de obra (MACHADO, 2015).

O aluno A2 quis saber se cultivar abacaxi era, de fato, uma boa opção. Então, partindo dessa ideia, trouxe dados de sua pesquisa, estabelecendo relação com conteúdos matemáticos:

O cultivo do abacaxi realmente é muito rentável para o agricultor e também automaticamente para economia. Tem uma lucratividade de 35,12% então dá dinheiro né. Quando a gente coloca o tema no Google uma das coisas que eu pude ver é que fala muito de porcentagem de produção, porcentagem de lucratividade, porcentagem de área. O que pude ver também é que aqui no Brasil os maiores produtores de abacaxi estão na Paraíba. Por ano, lá produzem 18,8 milhões de toneladas entendeu. E o Brasil ocupa o segundo maior produtor de abacaxi, só perde para Tailândia (A2).

As palavras do aluno A2, descritas no excerto, corroboram as ideias de Piaia e Silva (2019), segundo as quais, por meio da Modelagem Matemática, o aluno fica motivado a fazer uma investigação aprofundada, pois parte de um tema do seu cotidiano. Além disso, o aluno não aprende apenas conteúdos matemáticos, mas aprende a conviver, trocar ideias e a dialogar com seus colegas.

Em seguida comecei a questionar os alunos do grupo 2, se o tema escolhido por eles teria alguma relação com conteúdo matemático visto no 2º ano do ensino médio. O aluno A11 comentou:

Algumas fórmulas né, fazer algumas pequenas modificações nelas para a gente calcular como o aluno A2 disse. Fazer cálculo sobre distância, tempo de importação e também quantidade de produtos importados em cada caminhão ou quantidade de caminhão necessários, valor a ser retornado como lucro. A gente poderia aplicar algumas fórmulas que a gente estudou no primeiro bimestre no caderno (A11).

Para Costa, Oliveira e Lopes (2015), os conteúdos matemáticos possuem diversas aplicabilidades, porém é necessário que o professor auxilie os alunos, para que eles tenham um bom direcionamento desses conteúdos. Por se tratar de situações reais da vivência dos alunos, a matemática é fundamental, pois, por meio da Modelagem Matemática, eles assumem o papel de gestores do problema pesquisado e/ou elaborado. Isso os leva a tomar decisões relevantes em relação à resolução do problema.

Dando prosseguimento nas discussões com os grupos referentes aos subtemas pesquisados, o grupo 4 apresentou: “Produção do Abacaxi: Atividade anual ativa”. Nesse sentido, o aluno A5 apresentou para os colegas como se dá a produção dessa fruta, seu ciclo de vida e a relação estabelecida entre o plantio e a Matemática, afirmando: *A gente usa fileiras com 40 cm de espaçamento entre uma planta e outra para garantir que cada abacaxizeiro tem um espaço suficiente para suas folhas se desenvolverem.* Disse que o conhecimento matemático é necessário para que não se ultrapasse essa medida, o que acarretaria em uma má formação do fruto.

Em relação ao que foi citado pelo aluno A5, fiz a intervenção dizendo que poderiam ser trabalhados também outros conteúdos, como regra de três, perímetro, volume, unidades de medidas. Destaquei que, embora esses assuntos já tivessem sido estudados em anos anteriores, eles poderiam ser utilizados no decorrer das nossas tarefas. Conforme Noronha, Pereira e Alves (2017), esses conteúdos geralmente seguem uma ordem linear de sequência, entretanto, quando se usa a Modelagem Matemática, a abordagem de um tema pode levar a conteúdos que podem estar excluídos dos listados pelas instituições de ensino para o respectivo ano de escolaridade em que se

está trabalhando. Dessa forma, o professor pode proporcionar aos alunos uma formação mais ampla e transversal.

O aluno A14, diante do meu questionamento, justificou o porquê da escolha do subtema do grupo, compartilhando uma descoberta que o deixara impressionado:

Eu queria destacar a princípio que escolhi com eles a parte da produção por causa que eu pensava que o abacaxi só desse na safra entende. Tipo, se eu tivesse abacaxi em apenas alguns meses do ano. Mas depois de pesquisar, eu vi que ele pode dar o ano inteiro, dependendo da forma que você vai cuidar da planta e tudo mais (A14).

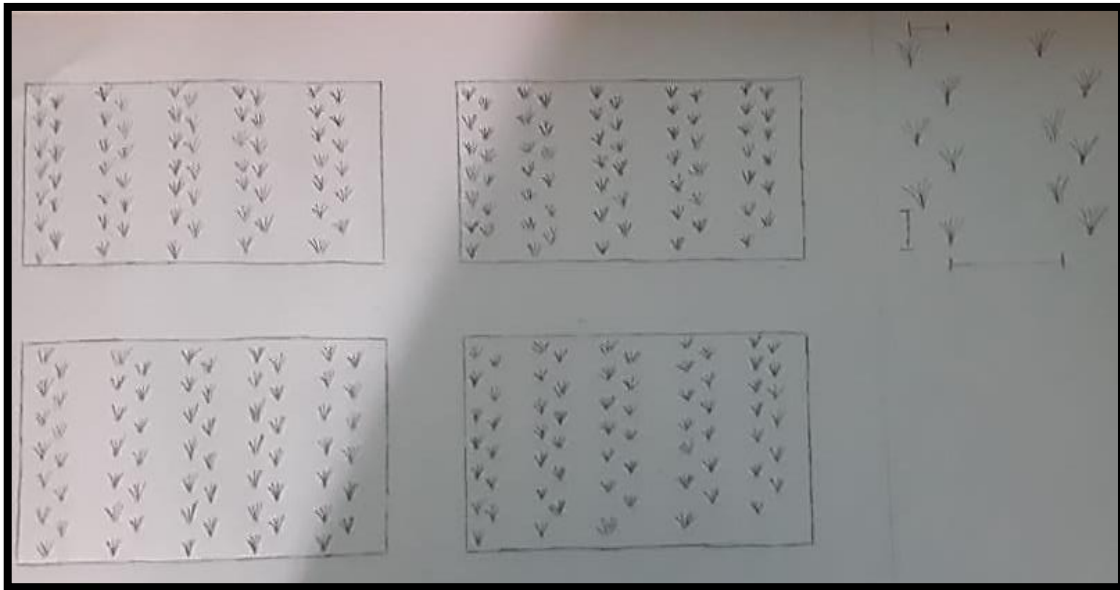
Após a pesquisa feita pelo aluno A14, o grupo ficou interessado em saber como produzir abacaxi o ano todo, de modo a suprir o mercado local. Essa ideia do aluno A14 partiu da observação de que em alguns locais e pontos de venda do produto, em determinada época do ano, ficava escassa a comercialização desse produto.

Diante disso, comentei com os alunos sobre a importância da pesquisa e que pesquisar é “perseguir uma interrogação, ou seja, uma pergunta, porém de modo rigoroso, sistemático, sempre andando em torno dela, buscando todas as dimensões” (BICUDO, 1993, p. 19). Por meio da pesquisa amplia-se o conhecimento, como aconteceu com o referido aluno, por exemplo, que descobriu sobre a possibilidade de cultivar abacaxi o ano todo. Esse conhecimento, por sua vez, leva a outros, ou seja, que épocas de muita chuva podem limitar o crescimento do abacaxizeiro e provocar a redução do fruto e que, em contrapartida, no período de pouca chuva, o produto é colhido com mais qualidade e abundância (BRASIL, 2009).

Como forma de ilustrar seu pensamento em relação à produção de abacaxi, o aluno A14 elaborou um modelo de produção com quatro hectares, com fileiras duplas ainda em fase de construção, como mostra a Figura 6.

Daí eu pensei em fazer não só com um hectare, mas com quatro, porque aí teria mais cálculos e mais coisas de matemática para envolver. E eu acho que dá para ver um pouco lá embaixo tem um rio, pois tem maior facilidade para acessar a água. Essa parte que eu deixei separada no meio, são as estradas para a cidade para pegar o fruto. Tem as fileiras duplas como eu já falei, aqui do lado. Coloquei duas fileiras e aí falta a numeração em 3 fileiras em três plantas, tanto na horizontal como na vertical nessa parte em branco aí eu vou colocar os cálculos que a gente vai fazer (A14).

Figura 6 - Modelo de produção de Abacaxi em fileiras duplas



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Considero interessante destacar que, a partir do momento em que o aluno coloca no papel o seu pensamento, ele passa a ter compreensão do problema, pois as ideias começam a fazer mais sentido. Isso fica explícito na Figura 7 que representa parte do relatório do aluno A14, no qual ele afirma ter mais facilidade na compreensão do problema.

Figura 7 - Parte do relatório referente ao encontro realizado do aluno A14

Baseado na imagem associamos com mais facilidade a produção envolvendo matemática.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Ao questionar o aluno, fiz a seguinte pergunta: O que a imagem representa para seu tema? Ele respondeu da seguinte maneira: *Representa que iremos fazer um planejamento de como produzir o ano inteiro nesses quatro hectares com uma boa produção (A14).*

Depois dessa resposta do aluno A14, perguntei para a turma se alguém gostaria de contribuir com algum conteúdo matemático, ao que o aluno A3, do grupo 1, respondeu:

Probabilidade e estatística. Essa fala chamou minha atenção, considerando que o conteúdo de probabilidade ainda não tinha sido trabalhado com a turma e que estatística é um conteúdo visto somente no último ano do ensino médio, segundo a matriz curricular do curso.

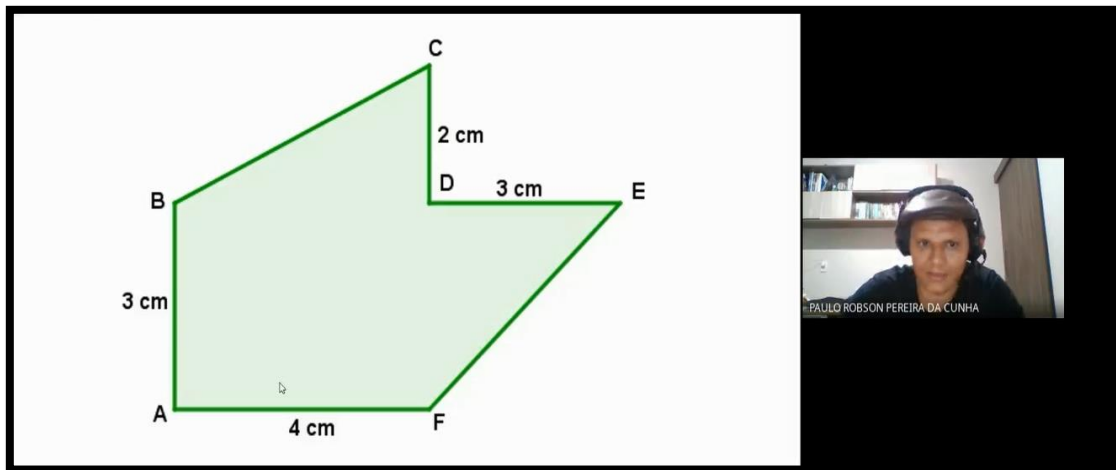
Nesse contexto, aproveitei o momento para falar um pouco de probabilidade e de suas aplicações dentro do trabalho do grupo, pois percebi que todos estavam interagindo e abertos às discussões. Expliquei que estatística era um conteúdo do ano posterior, mas que iria comentar alguns conceitos básicos relacionados ao tema de Estatística, tais como frequências, dados e rol. Achei interessante a forma de introduzir esses conteúdos, pois não estavam previstos e não poderia imaginar que surgiriam nessa ocasião. Por isso é importante a presença do professor na função de mediador, uma vez que oportuniza e fortalece a ação junto aos alunos, favorecendo o aprimoramento da autonomia e a formação de um pensamento crítico dos alunos.

Posso inferir que, nesse contexto, ocorre inversão no ensino, porque ainda estamos acostumados a primeiro introduzir um determinado conteúdo, para exemplificá-lo depois. Com a Modelagem Matemática acontece o inverso - parte-se de uma discussão real até o surgimento dos conteúdos, para daí explicá-los. Silva e Almeida (2019) destacam que, ao usar a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino, há compreensão de conceitos matemáticos e, com isso, valorização do conhecimento do aluno, bem como o desenvolvimento de raciocínio lógico.

Ainda em relação à Figura 6, o aluno A3, depois de comentar que a imagem representava uma área, quis saber: *É considerado uma área de um polígono regular? O que é um polígono regular? O senhor pode comentar, só pra revisar o assunto?* Diante desses questionamentos, primeiramente fui pesquisar uma figura no *Google* (imagens) que melhor pudesse ilustrar a pergunta do aluno. Partii do inverso, explicando o conceito de polígono irregular por meio da Figura 8 e de outros exemplos, para que todos pudessem compreender.

Gostei muito da pergunta do aluno A3, pois ele demonstrou interesse pelos subtemas escolhidos, o que confirma que “Modelagem Matemática no ensino da Matemática é um caminho para despertar no aluno o interesse em aprender Matemática ao mesmo tempo em que aprende a criar modelos matemáticos” (RENZ JÚNIOR, 2015, p. 25).

Figura 8 - Professor explicando para o aluno A3 o que é um polígono regular



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O grupo 5 escolheu o subtema “Gastos no Festival e Precariedade na terra do Abacaxi”. O aluno A18 fez uma colocação a respeito da estrutura do Festival do Abacaxi vivenciada no ano anterior:

O festival do abacaxi no último ano que aconteceu, algumas áreas das estruturas do festival foi a maior que teve agora no ano passado. Houve a presença de uma empresa que apoia o microempreendedor e contou com 50 barracas de 3 m por 3 e 3 tendas de 6 m por 6. Cada barraca tinha uma subdivisão pequena em que ficavam os produtores do próprio Estado e município. Porque, apesar de ter uma variação na produção, Porto Grande é um dos maiores produtores até hoje. Estávamos falando um pouco sobre produção de abacaxi, laranja e açaí no estado aí eu falei que eu já tinha alguns dados que eu tinha pesquisado (A18).

O aluno observou ainda que essas barracas eram ocupadas, em sua maioria, por produtores de outros municípios do estado e não somente pelos de Porto Grande. Isso fez com que quisesse saber o motivo pelo qual esses espaços não eram ocupados pelos produtores do próprio município. Então, expliquei a ele que a resposta para sua inquietação estava na pesquisa, ou seja, que “a pesquisa de campo é fundamental, pois o contato com o ambiente é um ponto importante do trabalho com a Modelagem e ajuda o educando a desenvolver aspectos formativos e investigativos” (KLUBER, 2016). O aluno A18 comentou mais um aspecto em relação à situação anterior:

Eu acho que a questão não é tanto o fato de boa parte das barracas não serem ocupados pelos produtores do município, mas até mesmo essa questão de não ser é uma oportunidade para o convívio, para troca de informações entre esses produtores. Justificar o Porquê que as técnicas usadas na produção de outros municípios como Mazagão e Macapá. Porque eles produzem mais? Qual é os traços culturais usados por eles para essa produção? (A18).

Como forma de ilustrar a pesquisa e as discussões, o aluno A18, do grupo 5, apresentou uma tabela (Figura 9) com dados da produção em toneladas de abacaxi nos municípios do estado, com destaque para o município de Porto Grande como maior produtor. Assim, o Festival do Abacaxi, no referido município, vem ganhando espaço a cada ano com a participação de milhares de pessoas, de vários municípios do estado, incentivando produtores de municípios vizinhos.

Figura 9 - Produção em toneladas de Abacaxi nos municípios do estado do Amapá de 2014/2018 (IBGE, 2018)

Municípios	Produção anual de 2014	Produção anual de 2015	Produção anual de 2016	Produção anual de 2017	Produção anual de 2018
Porto Grande	1.120	980	1.120	1.187	957
Pedra Branca	838	883	910	998	969
Mazagão	635	669	760	876	691
Macapá	627	661	810	903	780
Laranjal do Jari	625	659	764	864	786

Fonte: IBGE, 2018.

Após as discussões a respeito da pesquisa realizada pelo aluno A18, foi efetivada a relação com os conteúdos matemáticos. Nesse momento, expliquei, por meio da tabela construída, o conteúdo de matrizes e solicitei ainda que os alunos observassem a tabela, considerando os valores nas linhas e colunas. Problematizei o significado das linhas e colunas em uma matriz e explorei conceitos, representação, interpretação e até mesmo a classificação de uma matriz.

Diante disso, o aluno A19 comentou: *Como é fácil esse assunto, mesmo não tendo visto completamente, com a Modelagem Matemática fica mais simples e atraente*. Esse depoimento está vinculado à ideia de Silva e Almeida (2019, p. 10) quando destacam: “Assim, a Modelagem Matemática tornou-se a ferramenta relevante para o modelo de ensino que busca aprimorar e resgatar habilidades necessárias aos processos de ensino e aprendizagem”.

Para finalizar esse momento, foram criadas cinco diferentes salas virtuais no “Google Meet” para cada grupo poder se reunir, discutir entre si e elaborar até cinco perguntas destinadas ao Engenheiro Agrícola, convidado para palestra no 4º encontro. Assim, as perguntas foram

elaboradas pelos próprios alunos, com intenção de esclarecer dúvidas sobre os subtemas pesquisados e socializados com os colegas.

Na sequência, as questões elaboradas pelo Grupo 1:

Quadro 10 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 1

Grupo 1 – A influência da cultura do abacaxi na economia Amapaense
A3: <i>Onde podemos encontrar informações confiáveis sobre o abacaxi na nossa região? Já que não é de nosso costume registrar as informações em qualquer tipo de plataforma?</i>
A4: <i>Como fazer para que os problemas relacionados aos gerenciamentos de custos de produção sejam solucionados de maneira a garantir a sustentabilidade do sistema de cultivo?</i>
A13: <i>Quais atitudes do poder estadual podem ser tomadas para a exportação do fruto em polpa e em natura aumentem de forma significativa?</i>
A19: <i>Quais os entraves que o produtor familiar encontra para escoar seus produtos? Haja vista que, as maiores produções de abacaxi no Amapá, estão concentrados na colônia agrícola do Matapi. E o que pode ser feito para melhorar tal cenário?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Como mostra o Quadro 10, as perguntas foram diversificadas, pois cada aluno elaborou uma pergunta quanto ao subtema do seu grupo, a partir das suas leituras e curiosidades. É importante destacar que são alunos do 2º ano do curso Técnico em Agronegócio, ou seja, eles procuram saber algo baseado em seu curso de formação e nas disciplinas já estudadas, por exemplo, Agricultura I, no ano anterior. As perguntas dos alunos A13 e A19, por exemplo, revelam uma preocupação com a sociedade local, pois “a realização de projetos potencializa atividades de investigação não apenas para aplicar conhecimentos matemáticos, mas também para responder a questões de urgência social” (BRASIL, 2017, p. 526).

A seguir, no Quadro 11, as questões elaboradas pelos alunos do G2.

Quadro 11 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 2

Grupo 2 - O custo-benefício no processo de escoamento da produção do abacaxi
A2: <i>Em que época o abacaxi alcança os melhores preços no mercado interno e quais são os coeficientes técnicos de produção?</i>
A2: <i>Quanto se perde na produção de abacaxi no Brasil? Por quê?</i>
A2: <i>De que forma a produção de abacaxi ajuda na economia do Brasil?</i>
A2: <i>De que forma podemos aumentar a rentabilidade da produção e evitar desperdícios e perdas?</i>

A11: <i>O cooperativismo e associativismo seria uma opção monetariamente rentável para os agricultores familiares da colônia agrícola do Matapi? Principalmente aqueles que produzem mais abacaxi?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

No Quadro 11, é possível verificar que apenas dois alunos participaram da elaboração das perguntas, pois os outros estavam com dificuldades para acessar a *internet*, com isso ficando ausentes desta atividade. Assim, o aluno A2 elaborou três perguntas como forma de compensar a ausência dos demais colegas do grupo e de expor suas curiosidades a respeito de seu subtema.

No Quadro 12, as questões elaboradas pelos alunos do G3.

Quadro 12 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 3

Grupo 3 - Gastos para a produção e colheita do abacaxi
A9: <i>Por que a exportação de abacaxi é tão pouca no Brasil?</i>
A15: <i>Que porcentagem de translucidez da polpa do abacaxi é destinada a mercados distantes?</i>
A16: <i>Quanto se perde da produção de abacaxi no Amapá, e por quê?</i>
A16: <i>Como pode ser feita a incorporação da massa vegetal ao solo?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Este grupo chamou atenção, pois houve envolvimento efetivo dos seus integrantes nesta atividade. Desse grupo fazem parte alunos que, durante as aulas presenciais no ano de 2019, eram muito dispersos e apresentavam dificuldades de concentração. Mas, ao desenvolvermos esta atividade de forma *online*, o grupo 3 discutiu bastante e ficou envolvido com o subtema. Por exemplo, na sua primeira pergunta, o aluno A16 (Quadro 10) fez referência à sua realidade, pois sentiu curiosidade em saber a quantidade de perda do Abacaxi e o porquê dessa perda. Esse interesse ocorre, segundo Silva, Madruga e Silva (2019), pois a Modelagem Matemática é uma oportunidade de aproximar a disciplina da realidade na qual os indivíduos estão inseridos, proporcionando a construção de conceitos voltados para modelos em diferentes áreas do conhecimento.

Na sequência, o Quadro 13 mostra as questões elaboradas pelos integrantes do Grupo 4.

Quadro 13 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 4

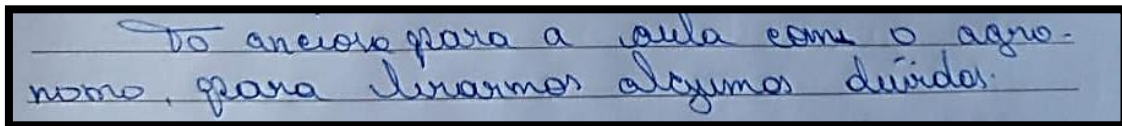
Grupo 4 - Produção do Abacaxi: Atividade anual ativa
A5: <i>Quais são os limites de radiação solar mais favoráveis ao cultivo do abacaxizeiro?</i>

<i>A7: Como é feita a aplicação do carbureto de cálcio para a indução da floração na cultura do abacaxi?</i>
<i>A14: Se por acaso a produção consorciada ao abacaxi acabasse sendo atingida por algum fungo, ou bactéria, o mesmo pode acabar prejudicando a produção?</i>
<i>A14: Quais são as maiores dificuldades que um produtor iniciante pode ter apesar de ter um planejamento bem feito?</i>
<i>A14: É possível produzir o ano todo com a mesma qualidade dos meses de safra?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

É possível observar, pelos termos utilizados, que as perguntas do grupo 4 (Quadro 13) foram direcionadas, de forma específica, para o Engenheiro Agrícola. A pergunta do aluno A7, por exemplo, foi elaborada de acordo com conteúdos vistos na disciplina de Agricultura II, no início de 2020, e isso fez com que o aluno pudesse lembrar essa disciplina. A pergunta elaborada pelo aluno A14, em que ele questionou sobre as possibilidades de produzir abacaxi o ano todo e com a mesma qualidade com que é produzido nos meses de safra no município, também foi interessante. Os alunos desse grupo estavam muito ansiosos com o encontro com o palestrante, pois estavam interessados em saber as respostas às perguntas, dúvidas e curiosidades, como mostra o excerto na Figura 10.

Figura 10 - Depoimento do aluno A7 do grupo 4



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Para Matheus e Kato (2018), as atividades com Modelagem Matemática induzem os alunos a maior compreensão e discussão, pois, por meio dela, eles podem perceber como é possível fazer previsões razoáveis utilizando recursos matemáticos.

Por fim, no Quadro 14, as questões elaboradas pelo G5.

Quadro 14 - Perguntas elaboradas pelos alunos do grupo 5

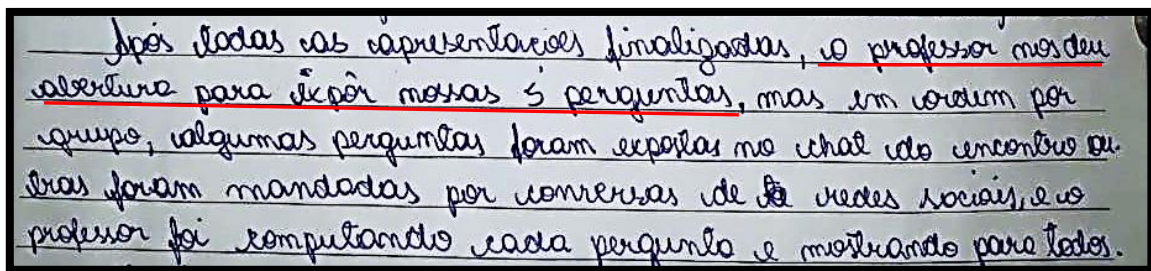
Grupo 5 - Gastos no festival e precariedade na terra do Abacaxi
A17: Qual a influência da mosca da carambola na exportação do fruto in natura?
A17: O que leva a variação na produção do abacaxi de 2014 a 2018?

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O grupo 5 era composto por quatro alunos, no entanto, devido a problemas de acesso com *internet*, três ficaram impossibilitados de participar da atividade. Considero importante destacar a segunda pergunta do aluno A17, que foi elaborada segundo pesquisa realizada por ele, quando apresentou dados da produção de abacaxi nos municípios do estado do Amapá, conforme já apresentado na Figura 9. Esse dado deixou o próprio aluno curioso para querer saber o que ocasionou a variação dessa produção.

É importante destacar que essa motivação partiu do próprio aluno, pois todos foram incentivados, desde o início, a buscar, por meio da pesquisa, a resposta para o que estavam procurando. Essa liberdade foi dada para que pudessem mostrar suas dúvidas, curiosidades acerca dos seus subtemas. Além disso, foram disponibilizados dados para que a comunicação fosse facilitada e o momento fosse o mais proveitoso possível. Isso pode ser evidenciado no depoimento do aluno A11, em parte de seu relatório (Figura 11).

Figura 11 - Depoimento do aluno A11 em parte de seu relatório



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Ao observar todas as perguntas dos grupos, elaboradas pelos alunos para serem respondidas pelo Engenheiro Agrícola, pude perceber envolvimento, interesse e curiosidade em querer saber da realidade local. Cabe mencionar que, em alguns momentos, houve dispersões durante as discussões, mas essas foram contornadas e assim foi mantido o foco no desenvolvimento das atividades. Entendo que, nas tarefas de Modelagem Matemática, “não é possível ter o total controle do que irá acontecer, pois as curiosidades dos estudantes, em sua maioria, são diferentes daquilo que esperávamos, e, portanto, não se consegue “prever” tudo que pode acontecer dentro dessa sala de aula” (CARVALHO, 2017, p. 10).

Destaco, no depoimento do aluno A4, o fato de ele ter observado, durante a palestra do EA, que dados foram apresentados, fazendo relação com conteúdos matemáticos. De acordo com Perez (2010 p. 54 apud PEREZ E PAULO, 2015 p. 2), a Modelagem Matemática é entendida como “um solo para a construção de um ambiente de aprendizagem que permita ao aluno se expressar pela linguagem matemática, buscando comunicar-se sobre problemas do mundo contemporâneo, e, ainda, sobre o modo como eles veem esses problemas e os interpretam”.

Também ressalto uma informação importante para o município, trazida pelo EA, de que, apesar de Porto Grande ser a terra do Abacaxi, a produção ainda é baixa, se comparada com outras culturas do Brasil.

¹²Então pessoal, apesar de ser a terra do abacaxi, a gente tem uma área destinada para o cultivo do abacaxi um pouco pequena em relação às demais. O abacaxi, desde o ano de 2006 até o ano 2010, a gente tem aí a participação dela na produção e toda a área produzida variam de 4% a 5,1% (EA).

Isso mostra o quanto o município precisa crescer em termos de produção do abacaxi. Ainda que, entre os municípios do estado do Amapá, Porto Grande lidere na produção, em relação à participação no Produto Interno Bruto (PIB), a quantidade produzida ainda não é relevante.

O estado do Amapá, não entra neste ranking justamente por ter uma produção quase que inexistente em comparação a outros estados brasileiros, mas assim como o estado é novo a entrada deste no mercado de frutíferas também é recente, o que respeita seus dados de produção (EA).

A palestra do EA foi produtiva, pois, além de apresentar dados confiáveis aos alunos, evidenciou a presença da matemática em gráficos, tabelas e fórmulas, como mostra a Figura 13. Os alunos puderam também lembrar disciplinas do ano anterior, como “Logística”, “Introdução ao Agronegócio” e “Agricultura”, conforme o aluno A11 colocou, no chat da plataforma *Google Meet*, durante a palestra: *Quando ele citou os “atravessadores” me lembrou da aula de logística; “Agregar valor”, “mínimo processamento”, “até a produção de bolos e doces” Introdução ao Agronegócio. O aluno A19 escreveu: Junto com agricultura e mais logística e o mais chique, Matemática.*

De acordo com Giongo e Kuhn (2016), a partir do momento em que o professor desenvolve um trabalho de Modelagem Matemática, é necessário que haja uma colaboração dos alunos, pois o

¹² As falas/respostas do Engenheiro Agrícola estarão em itálico.

interesse pelo tema precisa partir dos alunos e só no decorrer das atividades deve ocorrer o aparecimento e a inserção de conteúdos matemáticos e não matemáticos.

Figura 13 - Número de empregos formais por setor econômico considerado como de relevância nas bases do CAGED, Porto Grande, em 31 de dezembro de 2010

Setor	Masculino	Feminino	Total
Extrativa Mineral	15	-	15
Indústria de Transformação	90	07	97
Construção Civil	14	03	17
Comércio	122	36	158
Serviços	47	54	101
Administração Pública	200	276	476
Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca	514	06	520
TOTAL	1.002	382	1.384

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (Adaptado: Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Cadastro de Empregados e Desempregados – CAGED) – Apresentado pelo Engenheiro Agrícola.

De acordo com os dados da Figura 13, o setor da “Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca”, em 2010, era o que mais absorvia os empregados no município de Porto Grande, ou seja, apresentava crescimento em relação aos demais setores, por ser o município em que mais se cultivava abacaxi. Também é válido mencionar que esse setor possuía a maior remuneração no setor agrícola em Porto Grande. Segundo o EA, *“os dados não são atuais, deveriam ser de 2020, mais infelizmente a gente não tem ainda esses números precisos, e nem para acesso à internet e as demandas mais abertas e fontes de pesquisa”*.

Outra informação importante apresentada pelo EA foi em relação à produção de abacaxi no estado do Amapá, considerando os 16 municípios (Figura 14): os dois maiores produtores são Pedra Branca do Amaparí e Porto Grande, seguidos de Macapá, Laranjal do Jari e Mazagão. Também de acordo com a Figura 14, o município de Pedra Branca do Amaparí, vizinho de Porto Grande - cerca de 70km de distância - vem ganhando destaque na produção junto ao município, por sofrer forte influência do Festival do Abacaxi.

Figura 14 - Produção de abacaxi no Amapá, nos 16 municípios



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (Adaptado: IBGE, 2018) - Apresentado pelo Engenheiro Agrícola.

Ainda sobre a produção do abacaxi, de acordo com EA, os espaçamentos mais utilizados para a cultura do abacaxizeiro, no Brasil, são fileiras simples e duplas. Nas fileiras simples, as distâncias entre filas e plantas são medidas padrões em metros. Por exemplo, para calcular a densidade por hectare em fileiras simples, basta dividir um hectare pelo produto das distâncias entre filas - no final se tem a quantidade de plantas por hectare (EMBRAPA, 2018).

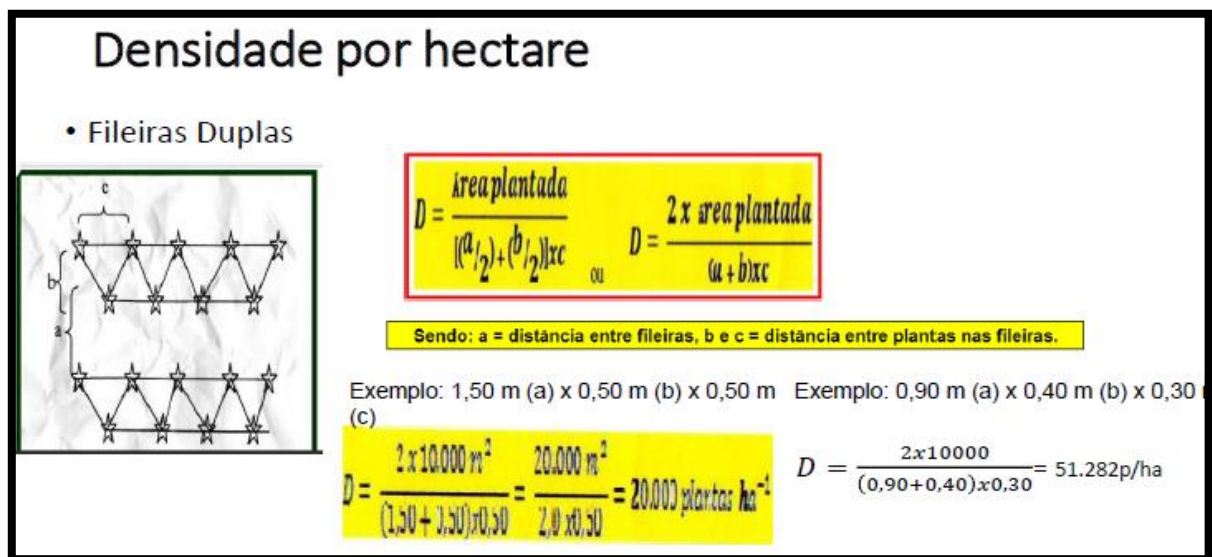
Nesse primeiro momento, foi possível verificar a presença da Matemática nos cálculos citados, pois ficou evidente o uso das operações básicas - multiplicação e divisão -, além da razão de um hectare estar para o produto das distâncias (filas e plantas), o que deixou os alunos interessados e atentos às explicações. Conforme afirmam Duncan et al. (2015), o uso da Modelagem Matemática, além de proporcionar uma aula mais dinâmica e prazerosa, promove interação entre alunos e professores e favorece a curiosidade entre os alunos, tornando a aprendizagem mais motivadora.

Dando prosseguimento à apresentação do EA, a Figura 15 foi uma das que chamou a atenção dos alunos, devido ao plantio em fila dupla ser formado por triângulos. Foi o momento em que observaram com mais detalhes o uso da matemática, na prática. Na referida figura, o cálculo

de densidade é feito por hectare, ou seja, a quantidade de plantas é calculada por hectare, porém utilizando fileiras duplas. As filas duplas formadas por triângulos, de acordo com o EA, acabam trazendo mais rentabilidade para a produção, devido ao número de plantas aumentar por hectare, como se pode observar matematicamente.

Nesse sentido, Biembengut e Hein (2018) afirmam que a educação matemática precisa ser trabalhada com saberes oriundos do cotidiano para constituir conhecimentos que ajudem os sujeitos a resolverem situações-problema de seu contexto social. Segundo os autores, as aulas ministradas de forma expositiva e com foco apenas no rigor matemático, sem contextualização, dificultam a compreensão dos alunos. Posso inferir, então, que o uso do tema vinculado à realidade dos alunos tornou a aula mais atrativa, agradável e dinâmica.

Figura 15 - Cálculo de Densidade por Hectare



Fonte: <https://document.onl/documents/densidade-de-plantio.html> - Apresentado pelo Engenheiro Agrícola.


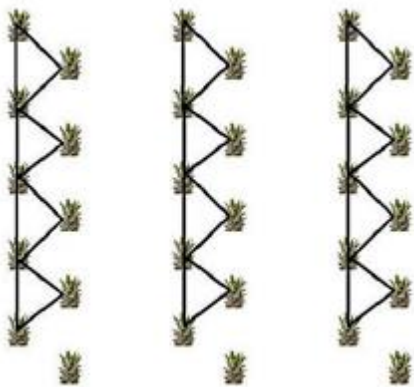
No cálculo de densidade por hectare utilizando fila dupla, são necessários três valores ao invés de dois, devido ao formato triangular, e deve-se usar o seguinte modelo matemático, $D = \frac{2 \times \text{área plantada}}{(a+b) \times c}$, onde a área plantada equivale a 1 hectare, ou seja, 10000 m², **a** é a distância entre fileiras, **b** e **c** são distâncias entre plantas nas fileiras, ambas dadas em metros. Por exemplo, cultivar abacaxi optando por fileiras duplas é mais viável, como explica o EA:

Quando trabalhamos em fila dupla, ela é uma fila triangular. Trabalha com uma corda de 90 centímetros e os espaçamentos entre plantas de 40 por 30. Totalizando no mesmo hectare o número bem maior de plantas, desta forma vocês conseguem ter uma maior densidade de plantas por hectare, conseqüentemente maior número de frutos por hectare. Mas, se eu tenho um esquema de fila dupla eu preciso ter uma insumação, ou seja, de adubação, aplicação de defensivos e assim por diante de forma equitativa, porque eu não posso pegar no mesmo 41600 plantas e colocar a mesma quantidade de usuários que eu tenho 51200. Por que, esse fruto não vai se desenvolver como você gostaria, aí você vai perder estabilidade e qualidade do produto (EA).

Analisando as palavras do EA e como forma de ilustrar matematicamente a importância de plantar de forma triangular, o Quadro 15 reforça a comparação de plantio entre fila simples e dupla. Na concepção de Haliski, Rutz e Piatti (2009, p. 4):

No processo de Modelagem Matemática é gerado um modelo matemático e nessa perspectiva o aluno interage com o modelo e ao refletir sobre este, possibilita várias discussões em torno de conteúdos matemáticos podendo usar os conhecimentos prévios dos discentes para interpretar a situação-problema.

Quadro 15 - Quadro comparativo do tipo de plantio

Fila Simples	Fila Dupla
 <p data-bbox="355 1486 695 1514">Ilustração: ANDRADE NETO, R. de C</p> <p data-bbox="477 1560 521 1623">↓</p> <p data-bbox="329 1709 724 1740">Medidas padrões: 0,80m x 0,30m</p> <p data-bbox="415 1827 638 1858">a = 0,80 e b = 0,30</p>	 <p data-bbox="980 1480 1320 1507">Ilustração: ANDRADE NETO, R. de C</p> <p data-bbox="1109 1554 1153 1617">↓</p> <p data-bbox="899 1703 1398 1734">Medidas padrões: 0,90m x 0,40m x 0,30m</p> <p data-bbox="984 1820 1320 1852">a = 0,90; b = 0,40 e c = 0,30</p>

$D = \frac{\text{área plantada}}{a \times b}$ $D = \frac{10000}{0,80 \times 0,30}$ $D = 41.600 \text{ p/há}$	$D = \frac{2 \times \text{área plantada}}{(a + b) \times c}$ $D = \frac{2 \times 10000}{(0,90 + 0,40) \times 0,30}$ $D = 51.282 \text{ p/há}$
--	---

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Dessa forma, o exemplo do Quadro 13 e os cálculos apresentados para essas medidas padrões, mostram que optar pelo plantio em fileiras duplas aumenta, aproximadamente, 10.000 plantas por hectare. Além de ampliar a quantidade, permite uma melhor sustentação das plantas, o que evita o seu tombamento, e facilita a movimentação dentro da lavoura, gerando frutos com maior qualidade e aumentando a chance de comercialização do produto.

Segundo o EA, um dos pontos mais importantes para o produtor rural é o “Custo de Produção”, por causa do valor que poderá investir para que não haja muitas perdas na produção. Por exemplo, o custo de produção para uma área em que está sendo utilizado o sistema de irrigação gira em torno de R\$13.000,00 o hectare produzido. Entretanto, quando se trabalha com agricultura de sequeiro, que “é o cultivo sem irrigação em regiões onde a precipitação anual é inferior a 500 mm” (QUARANTA, 1999, p. 1), esse custo gira em torno de R\$6.000,00, como mostra a Figura 16.

Figura 16 - Estimativa de Custo Operacional Total (COT) da Cultura de Abacaxi por hectare

Descrição	Unidade	Valor unitário	Quantidade	Valor total
1 - Despesas com operações mecanizadas				
Gradagem	hm	150,00	2	300,00
Sulcagem	hm	150,00	3	450,00
Subtotal 1				750,00
2 - Despesas com operações manuais				
2.1 - Implantação				
Produção de mudas	hd	80,00	10	800,00
Distribuição de mudas	hd	80,00	1	80,00
Plantio das mudas	hd	80,00	7,5	600,00
2.2 - Tratos culturais				
Adubação	hd	80,00	0,5	40,00
Capinas (2x)	hd	80,00	4	320,00
Proteção de frutos	hd	80,00	7,5	600,00
Roçagem	hd	80,00	2	160,00
2.3 - Colheita				
Colheita	hd	80,00	12	960,00
Encaixamento	hd	80,00	10	800,00
Subtotal 2				4.360,00
3 - Despesas com materiais consumidos				
Adubo organomineral	kg	4,00	125	500,00
Subtotal 3				500,00
4 - Custo operacional efetivo (COE)				
Subtotal 1 + Subtotal 2 + Subtotal 3 (R\$.ha ⁻¹)				5.610,00
5 - Outros custos operacionais				
Outras despesas (R\$.ha ⁻¹)				280,50
6 - Custo operacional total (COT)				
COE + outros custos operacionais (R\$.ha ⁻¹)				5.890,50

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador - Apresentado pelo Engenheiro Agrícola.

Segundo o EA, o custo de produção utilizando o sistema de irrigação é maior que o custo de produção de forma sequeira e a diferença chega a ser mais de 50% do custo de produção. Por outro lado, quando existe uma área com sistemas de irrigação, há uma produtividade por hectare maior, o que acaba sendo compensatório.

Quanto à questão da venda do fruto, ele chega a ser comercializado em torno de R\$1,00 a R\$1,40 a unidade. É necessário frisar que existe a questão da sazonalidade, ou seja, em épocas de mais demanda do que oferta, esse valor tende a subir; em contrapartida, quando há mais oferta e pouca demanda, o valor desse Abacaxi tende a reduzir. Segundo Guimarães et al. (2016), o custo de uma produção pode ser relativamente alto, entretanto, se o produtor adquirir conhecimentos sobre a cultura, terá mais chances de ocasionar maior rentabilidade.

Com relação à colheita e ao transporte, o EA mencionou que é necessário avaliar essa produção para o município de Macapá. Por exemplo, se essa produção de Abacaxi for abastecer a

feira do município de Porto Grande, esses dados não são levados em consideração, pois os produtores transportam em carro próprio, não havendo uma produção acentuada. Mas, se essa produção é enviada para a capital, Macapá, há um custo de colheita e transporte devido à produção ser acentuada e até mesmo para atender uma demanda de mercado. Em efeito:

Agora quando nós despachamos a produção para a capital, nós temos um custo de colheita e transporte de 5% a 10% do total de toneladas. Eu fiz uma média para vocês aqui, tendo o valor de R\$ 1,00 o fruto para uma produção de 20 toneladas, o custo para transporte e embalagem vai gerar entre R\$ 1000,00 a R\$ 2000,00 para destinar ao consumidor final. Por que isso? A gente tem despesas com caminhão, embalagem, consumo de combustível (ida e vinda), funcionários para fazer a colheita e motorista (EA).

No decorrer da palestra do EA, os alunos notaram a presença de alguns conteúdos matemáticos e se manifestaram por meio do chat da plataforma: A5: *regra de 3*, A7: *razão*, A2: *porcentagem*. Ainda sobre as palavras do EA, o aluno A1 escreveu as seguintes palavras: “*Eita! Todas as áreas têm cálculo professor*”. Achei muito interessantes as colocações dos alunos, pois comecei a perceber o quanto a fala do EA foi fazendo diferença e amadurecendo as ideias dos alunos em relação ao tema. De acordo com Ferreira (2020), quando proporcionamos, aos alunos, oportunidades de identificar e estudar situações-problema de sua realidade, isso desperta maior interesse e o desenvolvimento de um conhecimento mais crítico e reflexivo em relação aos conteúdos matemáticos.

A Figura 17 traz ideias apresentadas pelo EA em relação ao transporte do abacaxi até a capital. Nesse trajeto aparece um personagem importante - o atravessador¹³ - que nada mais é do que um comerciante do produto, que vai buscar quem vai pagar mais pelo seu produto.

¹³ O **atravessador** é, basicamente, a pessoa que coleta a **produção** do pequeno agricultor e a leva até o consumidor final das cidades.

Figura 17 - Colheita e transporte do Abacaxi

Colheita e Transporte

- Custos com transporte e embalagem para Macapá;
- Os custos variam entre 5 a 10% do total de toneladas vendido (tendo o preço de venda médio de 1,00 o fruto);
- A exemplo: um produtor com uma produção de 20 toneladas de abacaxi terá um custo de 1.000 a 2.000 reais para destinar ao consumidor final;
- A influência de Atravessadores.





Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020) - Apresentado pelo Engenheiro Agrícola.

O EA mostrou que os atravessadores ganham, em média, um lucro de 20% em relação à produção do produtor rural. Essas colocações foram imprescindíveis para o aluno lembrar de uma aula já vista durante seu curso, como destacou o aluno A11: *Quando ele citou os "atravessadores" me lembrou da aula de logística.* A colocação do aluno A11 foi interessante, pois demonstrou que a palestra fez sentido, considerando o que já havia aprendido durante o curso, na disciplina de Logística, sobre os atravessadores até o consumidor final.

A presença dos atravessadores nas cadeias produtivas, no entanto, muitas vezes é imprescindível à produção das lavouras, pelos pequenos produtores, se levarmos em consideração que em algumas vezes, tal personagem é o responsável pelo financiamento da implantação das mesmas, provocando assim, uma dependência ainda maior por parte dos pequenos produtores em relação à atuação dos atravessadores nas cadeias produtivas (OLIVEIRA; MAYORGA, 2005, p. 12).

Para finalizar a apresentação nesse primeiro momento, o EA comentou sobre o Festival do Abacaxi. Esse festival, no município de Porto Grande, é um evento cultural que ocorre no mês de setembro e busca fomentar o comércio do fruto e seus derivados. Além do cunho econômico de atração turística e promoção da cultura agrícola local, a festa proporciona, à população, momentos de lazer em função da realização de diversas atividades artística. No último festival, em 2019, o evento contou com 50 barracas (3mx3m) e 3 tendas (6mx6m) que foram adquiridas pelo governo

a dobrar, triplicar o lucro líquido, pois a maioria dos processos utilizam ¹⁶frutos de refugo, com exceção dos minimamente processados. O EA finalizou sua apresentação, comentando:

Se vocês chegassem a me perguntar, professor quais são os incrementos econômicos do festival do abacaxi? Hoje esses dados não estão disponíveis nas plataformas de internet aberta. Infelizmente a gente não tem isso, mas EU acredito (minha opinião) que chegam a ter em torno de 20% a 25% de incremento na folha econômica do município, em relação a esse período. Porque não é só relação aos frutos, mas também a parte de lazer que traz toda uma infraestrutura para receber os turistas locais (EA).

Em continuidade a esse momento, os alunos fizeram as perguntas que haviam elaborado no encontro anterior para o EA, na seguinte ordem: G1, G2, G3, G4 e G5. Orientei também os alunos que, respondidas as perguntas já elaboradas, caso quisessem fazer algum questionamento a mais em relação à apresentação do EA, podiam abrir seu microfone e perguntar. Para Oliveira et al. (2020), esse é o momento que possibilita, aos alunos, a interação entre a situação real e a matemática, ou seja, quando ocorrem as descobertas, o diálogo e a pesquisa. Esse momento permite que os alunos se envolvam cada vez mais durante as atividades.

No Quadro 16, apresento as perguntas elaboradas pelos alunos do grupo G1, com as respectivas respostas dadas pelo EA.

Quadro 16 - Perguntas e Respostas - grupo 1

Grupo 1 – A influência da cultura do abacaxi na economia Amapaense		
Aluno	Pergunta	Resposta do EA
A3	<i>Onde podemos encontrar informações confiáveis sobre o abacaxi na nossa região? Já que não é de nosso costume registrar as informações em qualquer tipo de plataforma?</i>	<i>No site da EMBRAPA, sistemas de produção da EMBRAPA. Temos também setores dentro das universidades que trabalham apenas com a produção e estatísticas de produção - um exemplo é a ESALQ de Piracicaba, ela faz aí um aparato, a nível nacional, das produções do país das principais cultivares do nosso Brasil. Outros sites são: TODAFRUTA, Universidades, institutos federais e IBGE.</i>
A4	<i>Como fazer para que os problemas relacionados aos gerenciamentos de custos de produção sejam solucionados de maneira a garantir a sustentabilidade do sistema de cultivo?</i>	<i>É necessário dimensionar, trabalhar e utilizar as ferramentas científicas das doses de adubação química, orgânica e do sistema de irrigação. Então, você fazendo esses três pilares, estará contribuindo para a sustentabilidade do sistema de cultivo.</i>
A13	<i>Quais atitudes do poder estadual podem ser tomadas para a exportação do fruto em</i>	<i>No cultivo do abacaxi, primeiro é necessário que se tenha uma infraestrutura adequada, cooperativa e associação de forma efetiva.</i>

¹⁶ É um teor de açúcar no fruto que tem em torno de 10°Bx a 12°Bx Brix.

	<i>polpa e in natura aumentem de forma significativa?</i>	<i>Equipamentos para poder armazenar esses frutos e, em seguida, destinar à venda do produto, de modo a aproveitar a sazonalidade para atender o mercado estadual.</i>
A19	<i>Quais os entraves que o produtor familiar encontra para escoar seus produtos? Haja vista que as maiores produções de abacaxi no Amapá estão concentrados na colônia agrícola do Matapi. E o que pode ser feito para melhorar tal cenário?</i>	<i>É uma questão de escoamento da produção. A infraestrutura é o principal. A gente não tem o chamado CEASA, ou seja, um Centro de Abastecimento Agrícola, onde os caminhões estão ali parados, destinando o seu itinerário, colhendo o fruto e retornando, para que haja a venda da sua produção. Em segundo, as rodovias; e em terceiro, um investimento municipal que pudesse incentivar o escoamento da produção.</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

É possível observar, no Quadro 16, que as perguntas elaboradas pelos alunos do G1 abrangeram questões diversificadas, desde fontes de pesquisas, produção e gerenciamento, até a preocupação com os produtores de abacaxi da colônia agrícola do Matapi. O EA respondeu a todas as perguntas, procurando simplificá-las para que todos pudessem compreender, assim ajudando no desenvolvimento do subtema do referido grupo.

O Quadro 17 apresenta as perguntas elaboradas pelos alunos do G2 e as respostas dadas pelo EA.

Quadro 17 - Perguntas e Respostas - grupo 2

Grupo 2 - O custo-benefício no processo de escoamento da produção do abacaxi		
Aluno	Pergunta	Resposta do EA
A2	<i>Em que época o abacaxi alcança os melhores preços no mercado interno e quais são os coeficientes técnicos de produção?</i>	<i>Após o mês de setembro é quando termina o festival do Abacaxi. Final de setembro e começo de outubro acaba o abacaxi. Se você tem Abacaxi a partir do mês de novembro, “você está eleito” (risos) - é que você tem o fruto em uma época que ninguém tem, com isso agregará valores ao seu produto.</i>
A2	<i>Quanto se perde na produção de abacaxi no Brasil? Por quê?</i>	<i>Esse número é geral. Normalmente as perdas pós-colheitas chegam a em torno de 30% de frutos. Se porventura houver uma boa estrutura e mecânica para armazenar esse fruto, a perda chega a 5%.</i>
A2	<i>De que forma a produção de abacaxi ajuda na economia do Brasil?</i>	<i>A nível de Brasil, o PIB agrícola nacional tem uma receita de R\$ 2,2 bilhões. Ele ocupa a quinta colocação entre as frutíferas produzidas no País.</i>
A2	<i>De que forma podemos aumentar a rentabilidade da produção e evitar desperdícios e perdas?</i>	<i>Através do melhoramento do solo, adubação. Aproveitar a sazonalidade da cultura, aproveitar a época de produção.</i>

A11	<i>O cooperativismo e associativismo seria uma opção monetariamente rentável para os agricultores familiares da colônia agrícola do Matapi? Principalmente aqueles que produzem mais abacaxi em maioria.</i>	<i>Sim. Desde que tenha uma boa infraestrutura. Geralmente tem-se a contrapartida da prefeitura, porém a mesma exigirá 2% do lucro dessa cooperativa.</i>
-----	--	---

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

A razão pela qual o aluno A2 elaborou quatro perguntas foi a ausência de dois integrantes que não tinham acesso à *internet*. Os alunos do G2 também fizeram perguntas diversificadas, porém com foco em dados matemáticos. Para Barbosa (2001b, p. 6), a modelagem é entendida como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” e isso acaba enriquecendo o conhecimento e despertando o interesse pelo subtema.

No Quadro 18, as perguntas elaboradas pelos alunos do G3 e as respostas dadas pelo EA.

Quadro 18 - Perguntas e Respostas - grupo 3

Grupo 3 - Gastos para a produção e colheita do abacaxi		
Aluno	Pergunta	Resposta do EA
A9	<i>Por que a exportação de abacaxi é tão pouca no Brasil?</i>	<i>Na verdade, é que nós consumimos bastante e processamos ele bastante. Então a gente não exporta muito abacaxi. O que não se faz em outras cultivares, como exemplo a uva. Da uva se produz o vinho, que também é produzido aqui (Brasil), na Serra Gaúcha, região do vale do São Francisco e que é tão exportado para o exterior.</i>
A15	<i>Que porcentagem de translucidez da polpa do abacaxi é destinada a mercados distantes?</i>	<i>Quando a gente fala sobre cor, que é a questão da polpa, esbranquiçada e mais escura, cor de casca e cor de polpa, baseado em vários estudos científicos, existe um método que é feito através da luminosidade, cromaticidade e ângulo Hue (LCH). Esses três parâmetros fazem a nossa viabilidade da qualidade do fruto.</i>
A16	<i>Quanto se perde da produção de abacaxi no Amapá, e por quê?</i>	<i>Apesar dos dados nacionais mencionados anteriormente serem de 30%, estima-se em torno de 20% a 25%. Porém, se você tem boas condições de armazenamento desse fruto, essa perda se reduzirá para 5%.</i>
A16	<i>Como pode ser feita a incorporação da massa vegetal ao solo?</i>	<i>Isso aí é “Mecanização Agrícola” - temos as camadas do solo e o revolvimento da camada de baixo para cima. Preparação do solo, aragem e assim por diante.</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Pode-se observar que os alunos do G3 queriam conhecer melhor sobre a cultura do Abacaxi, para poderem, em seguida, elaborar os problemas. Por outro lado, o aluno A16 apresentou uma pergunta interessante sobre a perda da produção de Abacaxi no Amapá, observando que o próprio município tem perdas. De acordo com resposta do EA, depende de como o fruto é armazenado, mas, no caso do estado, que tem problemas de energia elétrica, essa perda ainda é mais preocupante.

Na sequência, no Quadro 19, as perguntas elaboradas pelos alunos do G4 e as respostas dadas pelo EA.

Quadro 19 - Perguntas e Respostas - grupo 4

Grupo 4 - Produção do Abacaxi: Atividade anual ativa		
Aluno	Pergunta	Respostas do EA
A5	<i>Quais são os limites de radiação solar mais favoráveis ao cultivo do abacaxizeiro?</i>	<i>Radiação solar - sua unidade de medida é a Carga Térmica Radiante (CTR). A CTR para o Abacaxi é entre 250 a 400 Watts/m². Basicamente é essa radiação solar a faixa ideal para as plantas. Complementando a pergunta, e quais são as horas do brilho solar ideal? É em torno das 10h às 14 h, ou seja, a planta precisa receber o brilho solar nesse intervalo para que ela tenha uma alta atividade de fotossintética e, conseqüentemente, acelere sua atividade metabólica para produção de frutos.</i>
A7	<i>Como é feita a aplicação do carbureto de cálcio para a indução da floração na cultura do abacaxi?</i>	<i>Essa aplicação é feita via foliar, como também nas vias de solos, próximo à raiz também. Lembrando que a planta absorve tanto via foliar como nas suas raízes. Professor, então qual seria a melhor forma? Olha, gente, a consorciação seria a melhor forma, daí você faz tanto foliar, quanto das raízes.</i>
A14	<i>Se por acaso a produção consorciada ao abacaxi acabasse sendo atingida por algum fungo, ou bactéria, o mesmo pode acabar prejudicando a produção?</i>	<i>Sim, com certeza. Por exemplo, se estou com um consórcio de Abacaxi e entre eles plantei cebola ou melancia, por exemplo, se tiver um fungo presente nele, que seja da mesma expertise para agredir também no Abacaxi, ele vai agredir os dois. Para que não haja esse problema, o consorciamento precisa ser bem feito, de modo que as culturas não disputem nutrientes, pois prejudica no desenvolvimento dos frutos. Para que isso não ocorra, é preciso respeitar os espaçamentos.</i>
A14	<i>Quais são as maiores dificuldades que um produtor iniciante pode ter apesar de ter um planejamento bem feito?</i>	<i>Olha, uma coisa que a gente nunca espera são as benditas pragas e doenças. É algo que pega qualquer produtor chamado de “contrapé”. Por exemplo, já vi produções reduzirem em torno de 40% a 60% por conta de uma praga. Para quem é iniciante, o conselho que dou é estar em contato com um técnico responsável e Engenheiro para que eles venham subsidiar tecnicamente para não adquirir uma doença de modo a não mais controlar.</i>

A14	<i>É possível produzir o ano todo com a mesma qualidade dos meses de safra?</i>	<i>Depende das suas técnicas de produção (adubação adequada, insumos, adubação florais) e da qualidade do solo (limpeza da área de produção. Com isso é possível produzir o ano inteiro.</i>
-----	---	--

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Analisando o Quadro 19, fica claro que as perguntas do G4 foram elaboradas tendo em vista, especificamente, o objetivo do grupo, ou seja, saber como produzir abacaxi o ano todo. Segundo os alunos, era necessário que o EA respondesse às suas perguntas para eles, posteriormente, poderem construir seus problemas. Esses alunos perceberam, no decorrer das suas pesquisas, que, em um determinado período, o abacaxi ficava mais caro e, conseqüentemente, o tamanho era menor do que em outras épocas. O EA achou interessante essa percepção e, com suas respostas, ajudou o grupo a atingir seu objetivo, dando suporte para as etapas posteriores das atividades.

Por fim, no Quadro 20, apresento as perguntas do G5 e as respostas do EA.

Quadro 20 - Perguntas e Respostas - grupo 5

Grupo 5 - Gastos no festival e precariedade na terra do Abacaxi		
Aluno	Pergunta	Respostas do EA
A18	<i>Qual a influência da “mosca da carambola” na exportação do fruto in natura¹⁷?</i>	<i>Uma enorme influência. Se a gente não controlar a “mosca da Carambola”, não se exporta - isso é fato. Então, qual é a única alternativa? Temos que passar por processos de sanitização e inspeção dos órgãos competentes para avaliação do fruto para ver se consegue exportar sem a presença da “mosca da Carambola” e inclusive as larvas. Caso tenha larva, não pode ser comercializado esse fruto para exportação.</i>
A18	<i>O que levou a variação na produção do abacaxi de 2014 a 2018?</i>	<i>Nada mais é do que competição, oferta e demanda. Quando você vê que a produção de Abacaxi vem decrescendo gradualmente em Porto Grande, é porque a tentativa deles (produtores) é migrar para o cultivo de mandioca. Porque a mandioca eles conseguem absorver no mercado municipal quase na sua totalidade e o restante da produção vai para fora, agregando bastante valor. Fora que o custo de manuseio com os tratamentos culturais da mandioca é mais barato e mais em conta do que o do Abacaxi.</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Deste grupo, apenas compareceu um único aluno, pelo mesmo motivo das dificuldades de acesso à *internet*, por isso solicitei que elaborasse até duas perguntas. Considerei interessante a

¹⁷ Fruto em seu estado natural, que não sofreu nenhum tipo de processamento.

última pergunta, pois o aluno A18 participa de um projeto de iniciação científica e por esse motivo já havia pesquisado sobre o Abacaxi, deparando-se com a variação dessa produção. A resposta dada pelo EA foi que muitos produtores, devido ao período de baixa procura, acabaram migrando para outro cultivo, ou seja, o da mandioca, e isso causou a variação no período mencionado.

Após responder às perguntas elaboradas pelos grupos, dois alunos se manifestaram para fazer outras perguntas, além das já elaboradas. Tendo aberto seus microfones, o primeiro a perguntar foi o aluno A5 do grupo 4, que ficou curioso em saber sobre a mosca da carambola, mencionada pelo EA, relacionando-a com o bicho da goiaba. O segundo foi o aluno A11 do grupo 2, que questionou em relação aos produtores da colônia do Matapi e Porto Grande. As perguntas e respostas estão no Quadro 21, a seguir.

Quadro 21 – Perguntas “não elaboradas” feitas após a palestra do EA

Aluno/grupo	Pergunta	Resposta (EA)
A5 - G4	<i>Professor, usando a pergunta do Professor de matemática como base, gostaria de questionar se a larva deixada pela mosca da carambola no fruto absorve a proteína do fruto, talvez por isso não afete quem o consuma? Porquê usando como base a goiaba, dizem que os bichinhos que muitas das vezes encontramos nela não faz mal caso consumimos ele, pois ele já possui as proteínas da goiaba?</i>	<i>O bicho da goiaba não faz mal ao consumo, mas não é aconselhável ingerir - apenas faz mal ao solo, mas, caso você chegar a ingerir a larva, ele não vai causar nenhum problema de intestino e assim por diante. O problema todo da larva da goiaba é que ela destrói o fruto e ele apodrece com uma certa celeridade maior do que se não tivesse sido contraído por esse inseto.</i>
A11 - G2	<i>Os agricultores locais em maioria pelo menos os que eu consultei, utilizam conhecimento empíricos nas produções passados de geração em geração. Então será cabível se os Engenheiros Agrônomos compartilhassem conhecimentos científicos para fomentar a produção e o comércio de Abacaxi em Porto Grande?</i>	<i>A questão de capacidade técnica, dos técnicos responsáveis - cabe ao Estado fornecer o ATER, ou seja, Assistência Técnica de Assentamento Rural. Essa assistência técnica é feita através do RURAP, hoje no município de Porto Grande. Entretanto, o RURAP hoje possui 6 profissionais apenas e eles possuem um veículo para a colônia agrícola do Matapi e um veículo para Pedra Branca do Amapari. Então o que falta realmente é o incentivo a nível estadual para agregar mais aos servidores públicos contratados para o RURAP para que seja feita assistência técnica</i>

		<i>rural para os assentados, como também para os colonos.</i>
A11 - G2	<i>Uma pequena dúvida também que eu tenho é que no IFAP existem alguns projetos para ajudar o pessoal da colônia. Eu queria saber se nesses projetos a gente como aluno poderia participar para compartilhar conhecimentos com eles do nosso curso com o pessoal da colônia?</i>	<i>Seria muito interessante. Eu já vinha conversando com o SENAI em Porto Grande, a respeito da gente fazer parcerias voltadas para o agronegócio e desenvolver revistas técnicas e mercadológicas no intuito de apresentar os dados de produção da colônia do Matapi, das diversas cultivares produzidas, como também gerenciar, dar noções para os nossos colonos de como produzir com qualidade.</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Diante do exposto, é possível inferir que os alunos interagiram bastante com o EA, o que evidencia que a palestra chamou atenção. O Aluno A5 ficou curioso em saber sobre a larva da goiaba, uma vez que a mosca da carambola, citada pelo EA, não causa mal à saúde humana assim como o bicho da goiaba, porém o EA aconselhou a não ingerir. Já nas perguntas do aluno A11, houve uma preocupação em relação ao conhecimento técnico por parte dos agricultores (colonos) e a uma forma de compartilhar informações e orientar esses produtores. Sempre destacando que esses interesses partiram dos próprios alunos, a partir de observações de seu cotidiano.

Segundo Biembengut (2020), os alunos apresentam melhor desempenho, em qualquer fase de escolaridade, quando se faz uso da Modelagem na Educação Matemática como método de ensino, em especial, na compreensão e na resolução de situações-problema de outra área do conhecimento em que eles apresentam interesse.

Portanto, os alunos foram participativos durante a palestra do EA e, de acordo com sua avaliação, a palestra abrangeu todos os subtemas em estudo, o que fez com que se sentissem mais seguros para desenvolver seus subtemas. A elaboração das perguntas, no encontro anterior, foi importante, pois os alunos exploraram os subtemas, relacionando-os com conteúdo matemático.

4º Momento (5º e 6º encontros): Elaboração dos Problemas e Preparação das apresentações

Após a palestra do Engenheiro Agrícola, os alunos ficaram animados para desenvolver as atividades que foram propostas neste 5º encontro, pois o EA havia contribuído de forma significativa para a exploração dos subtemas. Assim, o 5º encontro foi destinado para os alunos

pensarem em situações-problema de seu interesse, relacionando-as a algum conteúdo matemático e chegando a uma possível solução, para posterior socialização com os demais colegas. Destaquei que deveriam levar em consideração seus subtemas já definidos no início das atividades. Conforme Cararo e Vertuan (2020), a Modelagem Matemática é uma tendência potencializadora do ensino da matemática, pois contextualiza os conteúdos matemáticos, possibilitando, aos alunos, um conhecimento mais integrado ao seu cotidiano.

A princípio, foi necessário direcionar os alunos aos seus devidos grupos de origem. Posteriormente, criei cinco salas diferentes na plataforma do *Google Meet* e enviei um link de acesso a cada grupo por meio do *WhatsApp*. Conforme cada grupo foi recebendo seu link, os alunos foram entrando em suas devidas salas. Destaco que tive dificuldades para criar salas diferentes, mas algumas horas antes havia pesquisado na *internet* sobre como fazer, de forma também a poder acompanhar os grupos, simultaneamente, nas cinco salas.

Segundo Cararo e Vertuan (2020), a postura do professor no que diz respeito à experiência vivida, vai se modificando quando ele desenvolve Modelagem Matemática, pois essa metodologia estimula um ensino mais dinâmico, em que os alunos são os próprios protagonistas. Diante disso, os alunos gostaram da ideia do trabalho em grupo, como mencionado pelo aluno A13 do grupo 1, em seu relatório (Quadro 22). Dessa forma, estudar por meio da Modelagem Matemática significa aprender elementos de um outro paradigma, contrapondo o “paradigma do exercício”, por assim dizer, em alusão à Skovsmose (2006).

Quadro 22 – Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1

“O professor participou de todas as reuniões consecutivamente, respondeu perguntas e tirando dúvidas. Os integrantes dos grupos discutiram e problematizaram as possíveis opiniões escolhendo as mais assertivas e de maior dinâmica. Foi decidido também as formas e ordem de apresentação”.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Nos pequenos grupos, foi dado andamento à etapa em que os alunos pensaram em problemas e pesquisaram sobre sua resolução. Salientei que nos encontros seguintes deveriam apresentar tanto o problema como a resolução aos demais colegas. Para Nascimento (2020), a Modelagem Matemática promove um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são

estimulados a pensar, investigar e problematizar, buscando respostas, por meio da matemática, e relacionando-as a situações de referência da realidade, assim contribuindo com o avanço do ensino e da aprendizagem do aluno.

Cada grupo estava em sala distinta, discutindo os problemas dos subtemas escolhidos. Fiquei muito feliz, pois pude estar presente em todas as salas, observando o interesse dos alunos em criar problemas de seu interesse - foi magnífico. Percebi que os grupos conversavam e debatiam entre si sobre seus subtemas e conhecimentos adquiridos durante a palestra do EA. O trabalho em grupo foi fundamental para o desenvolvimento dos problemas e de seus conteúdos. Diante disso, destaco os problemas elaborados pelos grupos, começando pelo grupo 1, no Quadro 23.

Quadro 23 – Problemas de pesquisa do grupo 1

Grupo 1
<i>1. Qual a percentagem de perda no transporte e venda do abacaxi?</i>
<i>2. Qual é a porcentagem de importação, de produção, de lucro e gasto?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Observando as questões do Quadro 23, é possível notar o interesse do G1 em relação aos cálculos de porcentagens, principalmente. Nas discussões, alegaram que a porcentagem está muito evidente em suas vidas, devido ao contato direto com seu curso de agronegócio. Na concepção de Niss, Blum e Galbraith (2007), quando se está tratando de um contexto geral de situações e se utiliza algum conteúdo matemático com a finalidade de compreender ou lidar com algum domínio do mundo externo à Matemática, ocorre uma aplicação. Ainda segundo os autores, essa aplicação é um instrumento útil, pois possibilita “[...] investigar questões, para explicar fenômenos, para resolver problemas, para preparar o caminho para as decisões etc.” (p. 3). Esse “[...] mundo externo à Matemática pode ser outro conteúdo ou disciplina, uma área de prática, uma esfera da vida privada ou social etc.” (p. 3).

Outra preocupação do grupo G1 foi relacionar seus problemas a um conteúdo já visto em outra disciplina, pois desde a produção do Abacaxi até sua comercialização no próprio mercado local, o agronegócio está presente e isso reforça conceitos da disciplina de Logística do próprio curso. Para Burak e Soistak (2005, p. 3), “A Modelagem Matemática, busca relacionar os conhecimentos práticos do aluno, do seu cotidiano com conhecimentos matemáticos [...]”.

Em seguida, os problemas elaborados pelos alunos do G2 (Quadro 24).

Quadro 24 – Problemas de pesquisa do G2

Grupo 2
<i>1. Qual a rentabilidade gerada através do beneficiamento do produto?</i>
<i>2. Como fazer para encontrar a perda monetária com o desperdício do produto?</i>
<i>3. O que é Marketing e Demanda?</i>
<i>4. Como calcular os gastos incluídos no processo de transporte do fruto?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O grupo 2 também foi além, como mostra o Quadro 24, pois suas perguntas contemplaram, além de conteúdos matemáticos, conteúdos vistos em disciplinas específicas, como é o caso de Logística. Segundo Carvalho e Oliveira (2020), a Modelagem Matemática oportuniza, ao aluno, aprender matemática de maneira interdisciplinar e significativa, relacionando o conhecimento matemático com outras áreas do conhecimento. Ela permite o envolvimento do educando em situações que abrangem problemas reais e isso contribui de maneira positiva com a aprendizagem. Os alunos do G2 não perderam o foco, pois tinham certeza do que seria feito posteriormente, como é possível observar no relatório apresentado na Figura 19, em que o aluno A2 comenta a respeito da Modelagem Matemática.

Figura 19 - Parte do relatório do aluno A2 do grupo 2

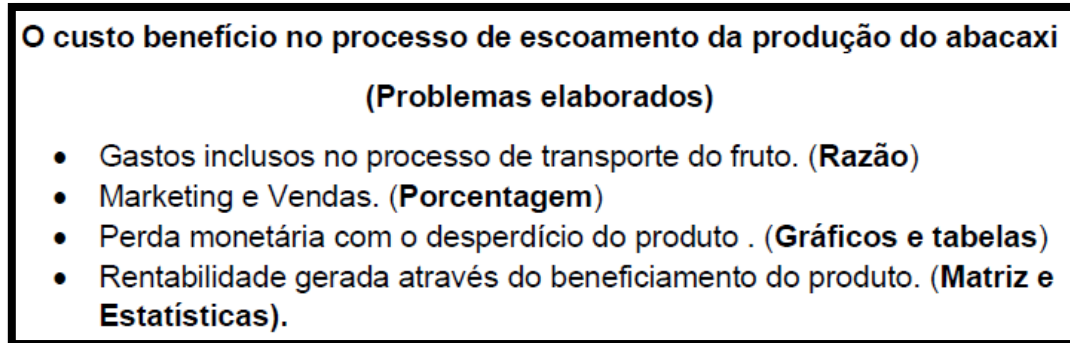
problemas matemáticos de acordo com cada subtema por parte dos grupos, os problemas tem o intuito de serem resolvidos e apresentados usando a modelagem matemática. Cada grupo teve um sala separada para discutirem e

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Em seu relatório, o aluno A2 faz uma menção aos problemas matemáticos a serem resolvidos por meio do uso da Modelagem Matemática o que vai ao encontro da afirmação de Brasil (2018, p. 266), ou seja, que “[...] resolução de problemas, investigação, desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem”.

Diante disso, destaco, na Figura 20, um esquema feito pelos próprios alunos do grupo 2, como forma de abranger, além de conteúdos matemáticos já vistos no ano anterior (1º ano do ensino médio técnico/razão e porcentagem), conteúdos que ainda seriam vistos (gráficos, tabelas e matrizes) no atual 2º ano e até mesmo um conteúdo do 3º e último ano (estatística) do seu curso.

Figura 20 - Esquema dos problemas associados ao conteúdo matemático (grupo 2)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

É importante destacar que o conteúdo de estatística (que ainda será explorado no 3º ano) foi abordado de forma simples para que os alunos pudessem compreender alguns conceitos básicos e necessários para responder ao problema. Sua introdução ocorreu de forma diferente da que costuma ser usada em sala de aula, ou seja, o conteúdo foi introduzido a partir de uma situação-problema elaborada pelos alunos, pois houve a necessidade de explorar um pouco de medidas de tendências centrais dentro do conteúdo de estatística para que os alunos do grupo 2 pudessem seguir adiante.

Segundo Almeida (2011), a Modelagem Matemática é uma maneira de resolver uma situação-problema que surge no dia a dia. Assim, para obter uma solução por meio da matemática, o indivíduo usa procedimentos como: busca de informações, identificação e seleção de variáveis, elaboração de hipóteses, simplificação, construção de um modelo matemático que facilite a compreensão e a interpretação da solução, e, finalmente, a comunicação para aqueles a quem pretende informar.

No Quadro 25 apresento os problemas elaborados pelos alunos do G3.

Quadro 25 - Problemas de pesquisa do G3

Grupo 3

<i>1. Como calcular a temperatura da região onde ocorrerá o plantio de Abacaxi?</i>
<i>2. Qual a influência e consequência de fazer o plantio de Abacaxi em uma região com geadas?</i>
<i>3. Como tirar o custo operacional total (COT) e como representá-lo graficamente?</i>
<i>4. Qual a quantidade de Abacaxi e o espaço total utilizando um hectare?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Os alunos do grupo 3 estavam preocupados em envolver conteúdos matemáticos em seus problemas relacionados com a temática do Abacaxi. Formado apenas por três integrantes, o grupo teve dificuldades, no início das discussões, para chegar a uma ideia comum, então, o aluno A15 propôs ouvir os colegas do grupo. Ao apresentarem seus problemas, foi possível observar que cada aluno tinha curiosidades diversificadas. Por exemplo, o aluno A16 estava preocupado em querer saber a quantidade produzida de abacaxi no município, enquanto o A15, com o custo da produção do abacaxi, o que acabou despertando interatividade no grupo.

Destaco a contribuição dessa atividade para o grupo 3, tendo em vista que os integrantes eram alunos muito dispersos durante as aulas presenciais (antes da pandemia) e tinham constantes dificuldades em matemática. Mas, com as atividades relacionadas ao tema abacaxi, esse grupo foi um dos que mais se empenhou na realização das tarefas. Os alunos conseguiram trabalhar em grupo e, conseqüentemente, elaboraram problemas desafiadores relacionados ao seu subtema.

Nesse sentido, Carvalho e Oliveira (2020) defendem que a modelagem surge com um papel importante na educação escolar. Em atividades de Modelagem Matemática, não importa o segmento que é explorado - o mais importante é que despertem e estimulem o senso crítico, o trabalho em grupo, a curiosidade, a criatividade, dentre tantos outros aspectos durante a resolução dos problemas.

Por fim, no Quadro 26, os problemas levantados pelo G4.

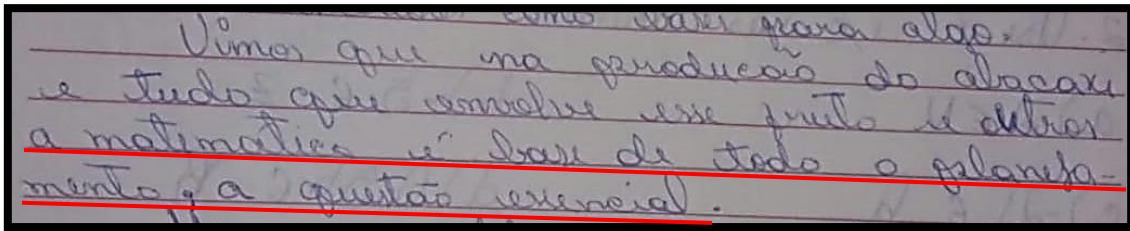
Quadro 26 – Problemas de pesquisa do G4

Grupo 4
<i>1. Qual a quantidade de adubação utilizada na produção de 1 hectare de Abacaxi na sua totalidade?</i>
<i>2. Se o produtor tiver uma quantidade de 4 hectares, com o número de plantas 44000. Quanto vou precisar aumentar minha área, para ter uma produção tal?</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Os alunos do grupo 4 perceberam a importância de conhecer o conceito de área na produção de abacaxi. No início, o grupo teve dificuldades para elaborar seu problema, por isso resolvi auxiliar, trazendo diversos exemplos, com objetivo de dar suporte e como forma de fomentar o pensamento dos alunos durante a realização das atividades. Nessa linha, Barbosa (2004a, p. 2) comenta: “[...] creio que modelagem pode potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da matemática, o que me parece ser uma contribuição para alargar as possibilidades de construção e consolidação de sociedades democráticas”. O grupo G4 percebeu a importância da Matemática nas respostas às suas perguntas, o que fica evidenciado no relatório do aluno A7, do grupo 4 (Figura 21).

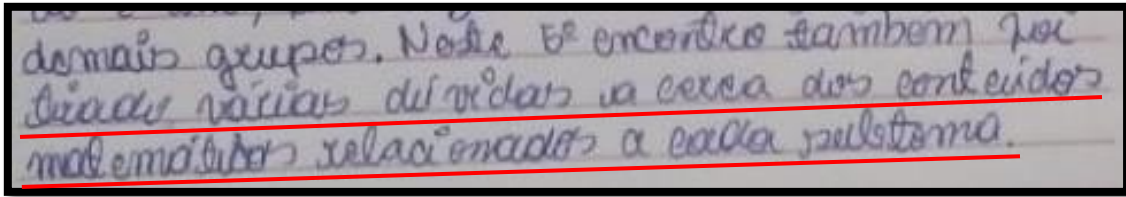
Figura 21 - Parte do relatório do aluno A7 do grupo 4



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Saliento que os alunos perceberam que os problemas elaborados envolviam diversos conhecimentos matemáticos e de outras áreas, entretanto, ficaram com dúvidas sobre quais poderiam utilizar nos problemas formulados. Foi o momento em que, mais uma vez, houve a necessidade de minha intervenção para que pudessem ser definidos os conteúdos matemáticos. De acordo com Bastos e Rosa (2020), esse é o momento em que o professor-pesquisador pode discutir com os alunos, por meio das atividades contextualizadas, conteúdos matemáticos relacionados com o subtema. Na Figura 22, apresento o depoimento do aluno A5 do grupo 4, retirado de parte do seu relatório.

Figura 22 – Parte do relatório do aluno A5 do grupo 4



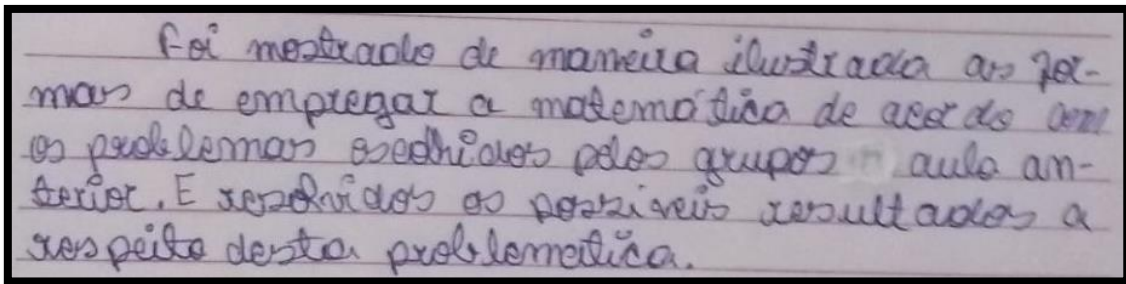
Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Cabe destacar que os componentes do grupo 5 não puderam participar desta atividade em função de dificuldades de acesso à *internet*. Assim, ocorreu a extinção do grupo e o referido subtema não foi mais desenvolvido.

No 6º encontro, os alunos trabalharam na preparação da apresentação ao grande grupo que ocorreria no encontro posterior. Além disso, tiveram oportunidade de expor suas ideias, esclarecer dúvidas e reunir materiais que já haviam produzido durante as atividades anteriores.

Inicialmente, alguns alunos tiveram dúvidas sobre o trabalho a ser realizado. Então resolvi intervir, citando exemplos (via *slides*) de como poderiam proceder com seus problemas e resoluções, com relação à introdução dos conteúdos matemáticos que surgiram no decorrer das atividades. Tal fato se confirma na Figura 23 do aluno A5 do grupo 4, em parte do seu relatório.

Figura 23 - Parte do relatório do aluno A5 do grupo 4



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Sobre essa intervenção e participação dos estudantes, a Modelagem Matemática, enquanto metodologia de ensino, segundo Burak (2012, p. 88),

constitui-se num conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões e que, ainda, parte de duas premissas: 1)

o interesse do grupo de pessoas envolvidas; 2) os dados coletados onde se dá o interesse do grupo de pessoas envolvidas.

É interessante frisar que, por meio da intervenção feita, os alunos entenderam a proposta e, conforme o aluno A5, conseguiram *empregar a matemática de acordo com os problemas escolhidos pelos grupos*. Esse depoimento reforça que o uso da Modelagem Matemática foi entendido pelos alunos.

Vale destacar, ainda, que os alunos perceberam a presença de mais de um conteúdo no decorrer da resolução do problema elaborado. Diante disso, o aluno A13 do grupo 1 perguntou: *Professor, se eu usar mais de um conteúdo matemático, eu tenho que falar? Por exemplo eu vou usar tudo sobre porcentagem, mas também estou usando outros conteúdos além desse, eu tenho que falar?* Expliquei para o aluno que, no dia da apresentação, era necessário expor aos colegas o uso de outros conteúdos utilizados, mas que era muito importante enfatizar o conteúdo principal envolvido no problema.

O aluno A16 do grupo 3 teve dúvidas em relação à resolução do problema, que consistia em saber a quantidade de abacaxi plantada por hectare, sendo utilizadas as duas formas de plantio - fileiras simples e duplas. Então solicitei que enviasse a dúvida (via aplicativo de conversa/celular) para eu projetá-la na sala e, assim, ele pudesse conversar com os demais colegas sobre como proceder nesse contexto. A Figura 24 reforça esse momento de esclarecimento de dúvidas.

Figura 24 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 3

The image shows a presentation slide with the following content:

Modelo Matemático (Fileira SIMPLES)

$$\text{Plantas (ha)} = \text{dist. (filas)} \times \text{dist. (plantas)}$$

10000m²

Modelo Matemático (Fileira Duplas)

$$\text{Plantas (ha)} = 2 \times 10000$$

$$(\text{dist. Fil.} + \text{dist. plantas}) \times \text{dist. Plantas}$$

A small video inset in the bottom right corner shows a man with glasses and a blue shirt, identified as PAULO ROBSON PEREIRA DA CUNHA.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Em continuidade à preparação das apresentações, o aluno A11 do grupo 2 comentou: *Eu estou apanhando no problema desde a tarde, mas eu finalmente consegui montar ele de uma forma que o resultado não altere*. Fica evidente, na fala desse aluno, que o problema foi desafiador, pois, como ele mesmo elaborou o problema, ficou motivado para encontrar uma possível solução.

Já o aluno A9 do grupo 3 ficou curioso para saber sobre a seguinte questão: *Professor é verdade que somando a temperatura dos últimos 3 dias e depois dividindo o resultado por 3 vai dar a temperatura certa com exatidão?* Segundo o aluno, a questão surgiu a partir da sua pesquisa em busca da solução de seu problema relacionado à temperatura ideal para o plantio do Abacaxi. Como a pergunta foi enviada pelo chat de conversa da plataforma do “Google Meet”, eu a recolhi e a projetei na sala, com o auxílio do *software* PowerPoint, para facilitar a visualização para todos os alunos, bem como a resolução, conforme mostra a Figura 25.

Figura 25 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 3

Gravação do 6º Encontro (2020-09-03 at 15:31 GMT-7)

Professor é verdade que somando a temperatura dos últimos 3 dias e depois dividindo o resultado por 3 vai dar a temperatura certa com exatidão?

$T1 = 32^\circ; T2 = 31^\circ \text{ e } T3 = 30^\circ$

$S = 32 + 31 + 30 = 93^\circ$

$T = 93 / 3 = 31^\circ\text{C}$

PAULO ROBSON PEREIRA DA CUNHA

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

A dúvida do aluno A9 fomentou o aparecimento de mais um conteúdo, ou seja, “média aritmética”, que é estudado no ano de escolaridade posterior, mas resolvi discutir sobre a importância de estudar médias em Estatística. Então, para facilitar o entendimento, resolvi atribuir valores aleatórios de temperaturas, como mostra a Figura 25, aplicando assim o conceito de média e apresentando, no final, a interpretação do resultado. Percebi que os alunos ficaram extremamente felizes em aprender um conteúdo novo, por mais simples que tenha sido, pois o interesse partiu

deles para conseguirem compreender a forte influência da média de temperatura na produção do abacaxi.

Nas atividades de Modelagem Matemática, o professor deve partir de um tema central para o problema a ser modelado, baseando-se em situações do cotidiano ou em assuntos de interesse da própria turma (BURAK, 2017). Nesse caso, por se tratar de um subtema já definido pelo grupo 3 e por querer responder à pergunta do aluno, escolhi os dados aleatoriamente para que o grupo pudesse atingir seus objetivos. Dessa forma, o aluno aprende a aprender, pois o “saber fazer” é valorizado (BASSANEZI, 2015).

Para finalizar esta etapa de esclarecimento de dúvidas a respeito da preparação das apresentações que iriam ocorrer no encontro posterior, cito ainda as dificuldades apresentadas pelo grupo 4 na resolução de seus problemas. Da mesma forma como fiz com os demais grupos que evidenciaram suas dúvidas, orientei os alunos em relação à ideia que deveria ser apresentada, conforme ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 4

Qual a quantidade de adubação utilizada em uma produção de 1 hectare, que irão dar frutos de qualidade?

1 pé de abacaxi = 500g de adubo
1 pé de abacaxi = 0,05he

Resolução:
1 pé de abacaxi = 0,05m²
x = 10000m²

$$0,05x = 10000$$

$$x = 10000/0,05$$

$$x = 200.000 \text{ pés de abacaxi}$$

1 pé de abacaxi = 500g de adubo
200.000 = y
y = 200000.500
y = 100.000.000g
y = 100000kg
y = 100T

PAULO ROBSON PEREIRA DA CUNHA

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Para que os alunos pudessem compreender a forma de resolução, optei por utilizar valores aleatórios e sua construção foi feita com a participação de todos, pois lembraram de muitos conceitos básicos de razão e proporção. Para Haliski, Rutz e Pilatti (2009), ao trabalhar Modelagem Matemática na perspectiva contextualizada, pode-se estabelecer relação entre teoria e prática.

Ainda a respeito dos alunos do grupo 4, eles tiveram dúvidas acerca da quantidade de área plantada de Abacaxi por hectare e ficaram curiosos para saber em quanto a área deveria ser aumentada para se ter uma produção superior a 1 hectare. Para que os alunos pudessem entender o problema, resolvi buscar meios que o simplificassem. Assim, desenhei duas áreas e fui atribuindo dados até chegar a uma possível solução, conforme mostra a Figura 27.

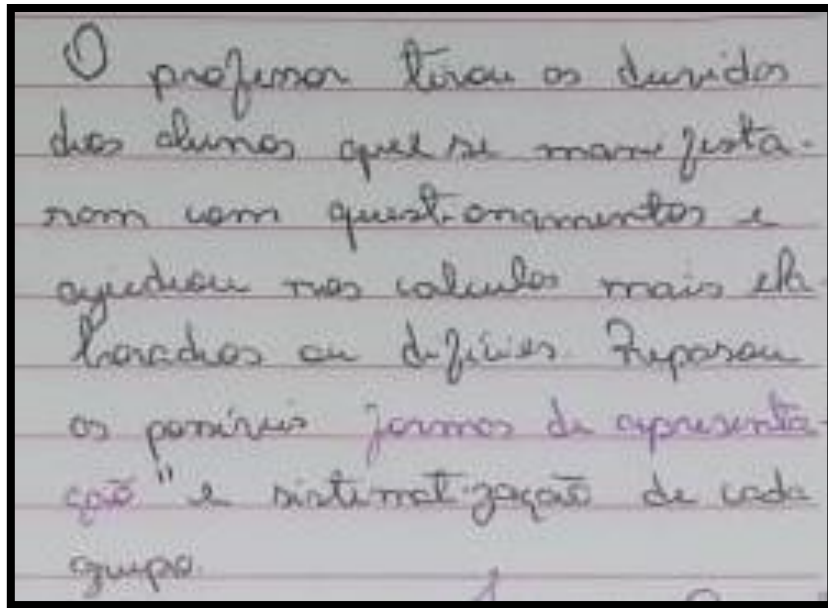
Figura 27 - Esclarecendo dúvidas dos alunos do grupo 4

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Observei que minha presença, como professor, foi imprescindível neste encontro, pois os alunos mostraram entusiasmo enquanto eu mediava suas dúvidas e as externava aos demais grupos. Isso despertou tranquilidade e determinação nos alunos para buscar, por meio da pesquisa, o conhecimento necessário para solucionar o problema. Segundo Merlim (2020), o docente desempenha um papel de mediador e, como tal, tem a capacidade de influenciar os estudantes a desenvolverem senso crítico, a pensarem e a apresentarem bons resultados escolares.

Para o referido autor, durante as aulas de matemática, o ensino deve ir além das quatro operações básicas, pois há necessidade de ajudar os alunos para que entendam um problema real, o interpretem e cheguem a uma possível solução. Esse momento de esclarecimento de dúvidas possibilitou que os alunos compreendessem melhor o problema colocado e também que outros grupos dessem suas opiniões quanto à introdução de conteúdos matemáticos mais adequados para a solução dos problemas elaborados. Para ilustrar esse fato, na Figura 28 consta parte do relatório do aluno A13 do grupo 1.

Figura 28 – Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador. (2020)

Percebi o envolvimento dos grupos nos encontros desde a elaboração dos subtemas até a preparação das apresentações. Com o conhecimento adquirido por meio das pesquisas, da palestra do EA e das dúvidas que foram tiradas, avaliei que os alunos tinham condições de apresentar soluções válidas para os problemas levantados. Considero importante destacar que o grupo foi unido, participativo e dinâmico, e que a independência dos alunos foi fundamental para que pudessem pensar em problemas que os ajudassem como futuros técnicos em agronegócio e isso me deixou satisfeito, pois a Modelagem Matemática foi bem recebida e incorporada ao tema trabalhado.

5º Momento (7º e 8º encontros): Socialização dos grupos

Nos encontros 7º e 8º, ocorreram as socializações dos trabalhos realizados pelos alunos ao longo dos encontros anteriores. Foi aberta uma única sala pela plataforma do *Google Meet* para as apresentações e considerações. Cada grupo expôs seu problema e, em seguida, a solução, com foco nos subtemas e na relação com os conteúdos matemáticos. Assim, os alunos apresentaram proposições para situações concretas trazidas por eles na área das ciências agrárias, diferente do

que ilustrou a pesquisa de Araújo (2000), em que um grupo de alunas criou uma situação-problema imaginária (a temperatura no decorrer do ano de uma cidade fictícia) para abordá-la matematicamente.

O Engenheiro Agrícola (EA) também se fez presente durante as apresentações e, em momentos oportunos, fez algumas intervenções. É importante ressaltar que, mesmo intervindo nos grupos, procurei não oferecer uma resposta como a única possível, conforme orientam os estudos de Barbosa (2001b), o que isso possibilitou o surgimento de diferentes respostas.

A ordem das apresentações foi de acordo com a entrada de cada aluno na sala virtual, pois como a *internet* não estava favorecendo, não foi possível esperar todos entrarem na sala do *Google Meet* para, assim, trabalharmos de maneira síncrona. Destaco também que alguns componentes dos grupos não puderam apresentar em função da dificuldade de acesso à *internet*.

Os alunos apresentaram seus problemas por meio de imagens produzidas por eles próprios, as quais foram enviadas por meio de mensagens via aplicativo de conversa (*WhatsApp*) para mim, pois foi a forma mais eficaz encontrada naquele momento, em função das dificuldades com a *internet*. Assim, fui coletando e organizando no *PowerPoint* as imagens recebidas para que pudesse projetá-las para todos os alunos e ocorresse o acompanhamento das exposições dos colegas.

O primeiro grupo a expor sua pesquisa para os demais colegas foi o grupo 3, formado por 3 alunos (A9, A15 e A16) e cada um optou por apresentar um dos problemas elaborados. O aluno A16 ficou encarregado de apresentar a seguinte pergunta: “Qual a quantidade de abacaxi e o espaço total utilizando um hectare?”. Ele trouxe uma tabela representando os “Gastos na Colheita e Pós-Colheita” do abacaxi (Figura 29) e falou sobre a pesquisa feita sobre a referida cultura, para saber da realidade da região.

Figura 29 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (*Google Meet*)

GASTOS NA COLHEITA E PÓS COLHEITA			
Custos de comercialização (Em R\$)			
Custo	Norte	Nordeste	Suldeste
PRODUTOR			
Mão de obra colheita	R\$ 600,00	R\$ 360,00	R\$ 360,00
Tenda para Estoque Embalagem	R\$ 104,00	R\$ 104,00	R\$ 104,00
Mão de obra montagem carga	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Embalagem	R\$ 1.320,00	R\$ 1.320,00	R\$ 1.320,00
Frete envio Embalagem e retorno	R\$ 4.200,00	R\$ 4.000,00	R\$ 2.200,00
Nota fiscal	R\$ 400,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
ATACADISTA			
Mão de obra descarga/Embalagem e carga	R\$ 337,50	R\$ 337,50	R\$ 337,50
Redução de frutos na carga	R\$ 888,44	R\$ 888,44	R\$ 888,44
Custo total	R\$ 7.445,94	R\$ 7.245,94	R\$ 5.445,94

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

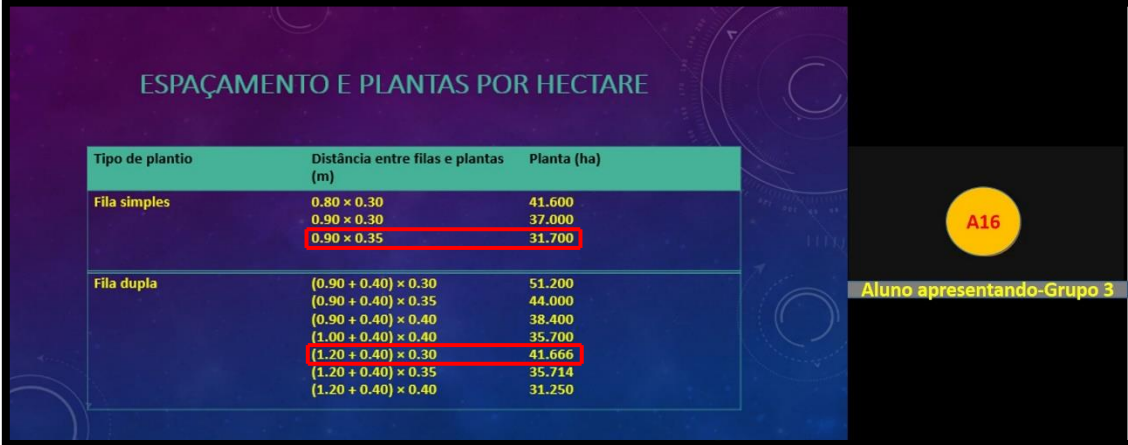
O aluno A16 observou que, em relação ao produtor, a “mão de obra colheita” na região Norte é mais cara, enquanto os valores nas regiões Nordeste e Sudeste são os mesmos (Figura 29) e mais baixos. Já no “Frete envio Embalagem e retorno”, esse valor torna-se mais barato na região Sudeste, com uma diferença de R\$2.000,00 em relação à região Norte e de R\$1.800,00 em relação à região Nordeste. No quesito “atacadista”, é interessante notar que os valores não se alteram, ou seja, permanecem constantes nas três regiões. Portanto, observou-se que o custo total foi maior na região Norte por conta dos valores de mão de obra e frete serem mais caros, se comparados às duas outras regiões.

Segundo Barbosa (2001b), “modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”. Como esse ambiente “convida”, o envolvimento dos alunos ocorre à medida que se interessam pelo assunto e visualizam sua aplicabilidade prática em seu cotidiano, como foi observado no presente trabalho. A partir de uma indagação inicial, os alunos, por meio dos conhecimentos que foram fornecidos, conseguiram tecer pensamento crítico acerca das disparidades nos custos de produção do abacaxi, quando compararam a região Norte e outras do país.

Dando prosseguimento na apresentação do aluno A16, ele buscou saber o espaçamento total utilizando-se um hectare. Mediante pesquisa, constatou que há dois tipos de plantio para o Abacaxi,

filas simples e duplas, nos quais se utilizam medidas-padrão para um hectare, conforme é mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (*Google Meet*)



Tipo de plantio	Distância entre filas e plantas (m)	Planta (ha)
Fila simples	0.80×0.30	41.600
	0.90×0.30	37.000
	0.90×0.35	31.700
Fila dupla	$(0.90 + 0.40) \times 0.30$	51.200
	$(0.90 + 0.40) \times 0.35$	44.000
	$(0.90 + 0.40) \times 0.40$	38.400
	$(1.00 + 0.40) \times 0.40$	35.700
	$(1.20 + 0.40) \times 0.30$	41.666
	$(1.20 + 0.40) \times 0.35$	35.714
	$(1.20 + 0.40) \times 0.40$	31.250

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O aluno A16 comentou que, por se tratarem de filas simples, utilizam-se apenas dois valores (a distância correspondente entre plantas e entre fileiras), enquanto que em fila dupla são três valores (o primeiro valor é a distância correspondente entre fileiras e os outros dois os valores correspondentes à distância entre as plantas nas fileiras). Por exemplo, para determinar a quantidade de plantas por hectare em fila simples, o aluno A16 verificou que, ao dividir o valor de um hectare pelo produto das distâncias, resultaria o total de plantas. Mas em fila dupla, o processo é bem diferente. De posse das informações obtidas na palestra do EA, conseguiu verificar que se tratavam de três medidas: as duas primeiras necessitavam da soma e o resultado seria multiplicado, e por fim, na divisão, resultaria a quantidade de plantas por hectare. Para que os colegas pudessem compreender melhor, o aluno A16 montou uma síntese de sua interpretação. Com base em sua pesquisa, ele chegou a duas equações matemáticas, conforme a Figura 31.

Figura 31 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (*Google Meet*)

MODELO MATEMÁTICO

(FILAS SIMPLES)	(FILAS DUPLAS)
<p>Plantas (ha) = $\frac{\text{um hectare}}{\text{DF} \times \text{DP}}$</p> <p>ex: Plantas (ha) = $\frac{10.000}{0.90 \times 0.35}$</p> <p>Plantas (ha) = $\frac{10.000}{0.315}$</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Plantas (ha) = 31.746</p>	<p>Plantas (ha) = $\frac{2 \times \text{um hectare}}{(\text{DF} + \text{DP}) \times \text{DP}}$</p> <p>ex: Plantas (ha) = $\frac{2 \times 10.000}{(1.20 + 0.40) \times 0.30}$</p> <p>Plantas (ha) = $\frac{20.000}{0.48}$</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Plantas (ha) = 41.666</p>

A16
Aluno apresentando-Grupo 3

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Para que os demais colegas pudessem compreender a ideia, ele fez um teste substituindo valores da própria tabela para obter o total de plantas por hectare. Por exemplo, para ilustrar a quantidade de plantas por hectare em filas simples, o aluno utilizou duas operações básicas da matemática (divisão e multiplicação), obtendo o resultado esperado de aproximadamente 31.746 plantas. No segundo exemplo, usou três operações (adição, multiplicação e divisão), porém com um cuidado maior na hora de efetuar os cálculos.

Observa-se que foi multiplicado o valor de um hectare por dois e, em seguida, foi feita a divisão da soma e produto para chegar a, aproximadamente, 41.666 plantas. Portanto, o aluno A16 pôde concluir, com essa análise, sobre a importância de plantar abacaxi em fileiras duplas, pois desse modo terá uma quantidade maior de pés em relação a fileiras simples, isto é, quase que 10.000 pés de diferença, e, conseqüentemente, um lucro também maior da sua produção.

Ao finalizar sua apresentação, o aluno A16 fez alguns questionamentos para seus colegas em relação ao que havia apresentado, conforme descrito na Figura 32, como forma de sintetizar o que havia aprendido durante o processo de construção do seu conhecimento em relação às atividades desenvolvidas.

Figura 32 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)

The image shows a presentation slide with a dark blue and purple background. The title 'PERGUNTAS' is centered at the top in a light blue font. Below the title are three bullet points in white text. On the right side of the slide, there is a yellow circular badge with the text 'A16' and a yellow horizontal bar with the text 'Aluno apresentando-Grupo 3'.

PERGUNTAS

- Quando o abacaxi deve ser colhido?
- Como os frutos são transportados para fora da plantação?
- Se uma rua de plantação medir 100 m (10.000 cm) e o espaçamento entre covas for de 30 cm, quantas covas haverá em uma rua? e se 80% das covas possuir 1 fruto e 20% possuir 2 frutos, em uma rua teremos quantos frutos? Considerando que cada fruto possui 1.5 kg, em uma rua quantos quilos 1 trabalhador irá manusear

A16

Aluno apresentando-Grupo 3

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

A primeira pergunta foi respondida da seguinte maneira: *O Abacaxi deve ser colhido a partir do estado de vez, ou seja, quando a planta está mudando da cor verde escura para verde clara.* Na segunda pergunta, o aluno fez referência ao transporte desse fruto para fora da plantação e o aluno A16 respondeu: *Eles são transportados em balaies, cestos, caixas ou em carrinho de mão.* A terceira pergunta ganhou destaque por se tratar de um problema complexo e apresentar três questionamentos. O aluno mostrou suas respostas mediante os cálculos feitos (Figura 33).

Figura 33 - Apresentação do aluno A16 do grupo 3 (Google Meet)

$$10.000 = 333 + \text{covas}$$

$$30 + V.E.L$$

$$80\% \cdot 333 = \frac{80}{100} \times 333 = 0,8 \times 333 = 266,4$$

$$266,4 = 266$$

$$20\% \cdot 333 = \frac{20}{100} \times 333 = 0,2 \times 333 = 66,6$$

$$66,6 \times 2 = 134$$

$$1286 + 134 = 1420$$

$$400 + \text{Frutas}$$

$$400 \times 1,5 = 600 + \text{kilos}$$

A16
 Aluno apresentando-Grupo 3

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Posso inferir que esse grupo atingiu seu objetivo, visto que soube desenvolver suas habilidades e competências ao resolver a questão, utilizando diversos conteúdos matemáticos, como porcentagem, razão, regra de três simples, além das operações básicas de adição, multiplicação e divisão.

Ainda de acordo com a Figura 33, o aluno quis saber a quantidade de covas em uma rua, com base nos dados da questão. Para isso, apenas dividiu o valor do tamanho da rua em centímetros para o espaçamento das covas, chegando assim ao resultado esperado. Num segundo momento, quis saber o percentual de frutos, acompanhado da sua quantidade. Dessa forma, primeiramente encontrou a porcentagem e, em seguida, multiplicou pela quantidade de frutos mencionados na questão. Por fim, calculou a quantidade de quilos de fruta que um trabalhador iria manusear em uma rua, sabendo que cada uma pesava um quilo e meio. Como já havia encontrado o total de frutos em uma rua, bastou multiplicar o valor total pelo peso de um fruto, com isso chegando ao resultado final de questão.

Destaco a importância da Modelagem Matemática para o aprendizado desse aluno, pois foi perceptível o seu envolvimento nas atividades e seu empenho durante a apresentação, compartilhando suas dúvidas e curiosidades na explanação do problema e da questão referente ao

subtema de interesse. A compreensão dos conteúdos básicos por meio da resolução do problema foi necessária para ter o entendimento de alguns conteúdos do 2º ano que foram desenvolvidos, como Matrizes, uso de tabelas e modelos.

Ainda dando sequência à apresentação do grupo 3, o aluno A15 buscou responder ao seguinte problema: *Como tirar o custo operacional total (COT) e como representá-lo graficamente?* Esse aluno iniciou sua apresentação comentando sobre a produção e a rentabilidade do abacaxi, que dependem de uma série de fatores que afetam seu desempenho e seu retorno financeiro:

Começamos a estudar sobre a produção, cálculo e tudo que levava a rentabilidade da produção. Aí eu achei o custo operacional efetivo, custo operacional total, o RB, LO, MB, IL, PN, são vários outros cálculos para medir a produção. Baseado neles foi construída a pergunta (Como tirar o custo operacional total (COT) e como representá-lo graficamente?) (A15).

Segundo o aluno A15, para solucionar o problema, foi necessário conhecer o Custo Operacional Efetivo (COE), ou seja, o resultado das somas de todas as despesas diretas que o produtor tem para produzir em um ano, por exemplo, a mão de obra contratada, semente, adubo, maquinário, dentre outras. A partir disso, é possível calcular o Custo Operacional Total (COT) da produção, que foi um dos principais objetivos do problema. O COT é o somatório do COE com a mão de obra familiar, mais a depreciação, ou seja, $COT = COE + MDO + DEP$. Como forma de ilustrar sua ideia, o aluno A15 apresentou o exemplo representado na Figura 34.

Figura 34 - Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (Google Meet)

The image shows a presentation slide with a dark blue background and white text. The title 'PRODUÇÃO' is at the top. Below it, there is a list of items:

- **Custo operacional total (COT) – É o somatório do COE + mão de obra familiar + depreciação**
- **MDO FAMILIAR – R\$20.000,00**
- **DEPRECIÇÃO – R\$17.075,00**
- **COE – R\$ 14000,00**

Below this list, there is a section titled 'Exemplo de aplicação:' followed by three lines of calculations:

- **COT = COE + MDO + DEP.**
- **COT = 14000 + 20000 + 17075**
- **COT = R\$ 51075,00**

The final calculation is highlighted with a red box. On the right side of the slide, there is a yellow circle with the text 'A15' and a yellow bar with the text 'Aluno apresentando-Grupo 3'.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020)

Os valores usados pelo aluno A15 foram hipotéticos para facilitar a compreensão de seus colegas. Ele destacou, porém, que o valor da mão de obra familiar é calculado a partir do valor que uma pessoa da família receberia em outra propriedade para exercer as mesmas funções, ou seja, trabalho simples de mão de obra, como capinar, borrifar a plantação e assim por diante. Como acontece em relação à mão de obra familiar, na depreciação também não há desembolso financeiro, pois ela é voltada ao lucro da produção, com vistas a fazer uma reserva e se preparar para troca de equipamentos como máquinas, roçagem. Dessa forma, é necessário saber o valor do maquinário e saber quanto será guardado em média para realizar a manutenção desses equipamentos. O A15, então, apresentou um exemplo de depreciação e a forma de calcular:

Se eu tiver um trator para fazer a depreciação no valor de R\$ 55.000,00; quando eu comprar o trator, vou perguntar quantos anos aproximadamente ele vai durar, e se ele vai funcionar sem nenhum defeito. Isso seria a vida útil dele. Por exemplo, meu trator tem 10 anos de vida útil, a depreciação é o valor do bem dividido pela vida útil, ou seja, R\$ 55000,00 dividido por 10 anos é igual a R\$ 5.500,00 (A15).

Como forma de resumir o que foi apresentado, o aluno A15 montou uma tabela com os dados hipotéticos já citados anteriormente, porém com outra forma de encontrar o valor do COT (Figura 35).

Quanto ao conceito de “depreciação”, o aluno chamou a atenção dos colegas e comentou que ele tinha sido visto em uma disciplina de zootecnia no ano anterior, demonstrando a importância de articulação entre os conteúdos. Esse dado corrobora as observações de Silva, Madruga e Silva (2019) que dizem que a Modelagem Matemática ajuda o estudante a perceber a matemática como uma disciplina que não está isolada das demais; ao contrário, proporciona outra forma de pensar e agir por meio do diálogo entre as disciplinas.

Figura 35 – Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (*Google Meet*)

Ítem	Descrição	Valor
1	Custo operacional efetivo	R\$ 14.000,00
2	Mão de obra familiar	R\$ 20.00,00
3	Depreciação	R\$ 17.075,00
	Custo operacional total	R\$ 51.075,00

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Na Figura 35, o custo operacional total (COT) é calculado pela soma das colunas envolvendo os valores atribuídos pelo aluno. Nesse momento, aproveitei a oportunidade para explicar a ideia do conteúdo de matrizes, visto que toda tabela que dispõe de linhas e colunas, por definição, é uma matriz. Também destaquei que o valor está associado à descrição de cada item e que, quando se localiza cada elemento, basta relacionar linha e coluna correspondentes. A ideia do aluno de utilizar tabela como forma de calcular foi interessante. Segundo o aluno, achou mais conveniente do que usar fórmulas, para ter uma melhor visualização da situação em questão. Para finalizar, o aluno A15 representou a ideia graficamente (Figura 36), destacando: *O final da pergunta era como calcular o custo operacional total (COT) e como representá-lo graficamente. Não foi um problema, é bem fácil de formular, vou mostrar no próximo slide.*

Figura 36 - Apresentação do aluno A15 do grupo 3 (*Google Meet*)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

A ideia do aluno A15 foi interessante, pois conseguiu desenvolver o problema de forma simples e clara, para que os demais colegas pudessem compreender seu raciocínio. Na construção do gráfico, utilizou, como recurso para representação dos dados, o *Microsoft Word*. Nesse momento, comentei a respeito dos tipos de gráficos em estatística e que o gráfico que tinha usado era um gráfico de barras, fácil de construir. O aluno A15 fechou sua apresentação com a seguinte afirmação: *Aí já dá para ver que a Matemática está bem presente na situação.*

Na sequência, foram feitas algumas colocações e perguntas a respeito da pesquisa desenvolvida. O Quadro 27 apresenta as perguntas realizadas por mim e pelo Engenheiro Agrícola, bem como as respostas do aluno A15.

Quadro 27 - Perguntas feitas ao aluno A15 do grupo 3 e suas respostas

Perguntas	Respostas
Professor de Matemática (PM) Engenheiro Agrícola (EA)	Aluno (A15)
PM: Em qual das suas apresentações é possível visualizar a presença do agronegócio?	A15: (Figura 18) A gente tem que fazer os cálculos anuais, tem que listar todos os equipamentos que foram usados na produção e saber quanto foi gasto para depois fazer o cálculo
PM: Quais os conteúdos matemáticos que apareceram durante toda a confecção do seu trabalho?	A15: Adição, regra de três, tabela, matriz e gráfico.

<i>EA: Por acaso, se você não tivesse usado os gráficos em blocos, qual seria a outra forma possível?</i>	<i>A15: Gráfico de pizza por exemplo, gráficos de barras, fora esse que eu já usei. Eu usei esse em específico, por que ele não mostra os valores diretamente, ele meio que obriga a gente a explicar o gráfico.</i>
PM: O gráfico confeccionado por você é um modelo matemático?	<i>A15: É sim.</i>
PM: Por quê?	<i>A15: Porque ele era um problema real e eu representei graficamente em forma matemática.</i>

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

É possível notar que o aluno A15 soube responder às questões com exatidão. Ademais, durante as atividades propostas, ao longo dos encontros anteriores, ocorreu interação e envolvimento de modo a cada aluno construir seu próprio modelo de representação - o gráfico. Silva, Madruga e Silva (2019) destacam que, nas atividades de Modelagem, os alunos são convidados a investigar situações reais de outras áreas do conhecimento, por meio de ferramentas matemáticas, e lhes é oportunizado o papel de agentes ativos na construção do saber. Esse tipo de atividade, tende, portanto, a provocar e potencializar a reflexão e a discussão sobre conceitos da Matemática, com a finalidade de construir o conhecimento.

Durante a realização das tarefas de modelagem surgiram diversos conteúdos matemáticos que foram utilizados pelo aluno A15 até a finalização de seu modelo. O EA explicitou o seguinte apontamento em relação ao modelo proposto pelo aluno:

Como tem nas literaturas científicas, a gente corriqueiramente usa gráficos de barras na área das agrárias - quando estamos aplicando questionários, relações socioeconômicas e assim por diante. Agora, quando a gente vai para o meio científico, utilizamos gráficos de dispersão, lineares, exponenciais e outros modelos matemáticos. Então, você escolheu bem o modelo de gráfico. Deixo claro isso aqui, pois ficou bem interessante esse gráfico tridimensional. É possível observar uma qualidade na execução e na apresentação do gráfico. Parabéns pela execução! (EA).

Finalizando a apresentação dos alunos do grupo 3, o aluno A9 trouxe a questão sobre o ambiente de cultivo do abacaxizeiro. Embora a faixa de temperatura de 22°C a 32°C seja a mais adequada para o cultivo, a planta também se desenvolve em regiões com variações entre 5°C a 40°C, não tolerando, no entanto, geadas. Nesse sentido, o aluno A9 salientou que não há uma temperatura adequada, mas que se calcula uma média como forma de prever a temperatura ideal. Hipoteticamente, então, o aluno A9 apresentou como problema três temperaturas diferentes e, em

seguida, duas temperaturas citadas anteriormente. Assim, foi necessário calcular a média entre elas para tomar decisões acerca da temperatura mais conveniente (Figura 37).

Figura 37 - Apresentação do aluno A9 do grupo 3 (Google Meet)

Handwritten calculations on lined paper:

$$22 + 30 + 40 = 96$$

$$96 / 3 = 32$$

$$22 + 30 = 54 \quad D = 10$$

$$54 / 2 = 27$$

$$5 + 40 = 45 \quad D = 40$$

$$45 / 2 = 22.5$$

On the right side of the image, there is a yellow circle with the text 'A9' inside, and below it, the text 'Aluno apresentando-Grupo 3' is visible.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Observei que a ideia de média aritmética ficou explícita para o grupo, pois o conceito foi aplicado corretamente na situação elaborada. Como durante o desenvolvimento das atividades, houve pesquisa sobre temperaturas para o cultivo do abacaxi em diversas regiões, os alunos concluíram que é possível produzir o fruto em qualquer temperatura já citada, desde que sejam utilizadas tecnologias apropriadas e se saiba o necessário sobre a sua produção.

O grupo 4 era composto por quatro integrantes, mas, durante a realização das atividades, um dos alunos (A20) não pôde participar em função do seu trabalho e por dificuldades de acesso à *internet*, o que provocou sua desistência. Na socialização dos grupos, também o aluno A14 ficou ausente por motivo de saúde; portanto, somente os alunos A5 e A7 apresentaram os problemas ao grande grupo. Esse grupo trouxe como subtema a “Produção do Abacaxi, Atividade anual ativa” e sua apresentação ocorreu em dois momentos.

O aluno A7 iniciou expondo sobre o contexto geral da produção do abacaxi. Comentou sobre o surgimento do fruto, que ocorreu no continente americano (Brasil e Paraguai), sobre seu nome científico, a correção da acidez e adubação, a escolha da área e sobre a preparação do solo. Comentou sobre sua curiosidade em saber se era conveniente plantar o abacaxi em áreas planas, com boa profundidade e com pH em torno de 5.

O aluno seguiu sua fala destacando que a distância entre as plantas se altera de acordo com a variedade, o destino da produção, o nível de mecanização e outros fatores, como a vontade do consumidor final. Enfatizou, também, alguns cuidados que o produtor precisa ter com sua produção em relação a doenças, a pragas e à realização de capinas (enxada), fundamental para que não haja proliferação de plantas daninhas (pragas), de modo a proteger a produção. Quanto à irrigação, comentou que a produção deve ser irrigada por todo ciclo e que são necessários e recomendados de 60 a 120mm/mês, dependendo das condições climáticas e do solo.

Nesse momento, o EA fez uma intervenção: *Você saberia informar quanto valeria 60mm e 120mm/mês de água em litros?* O aluno respondeu que não havia pesquisado sobre essa mudança, então o EA explicou: *Um milímetro (1mm) de água equivale a um litro por metro quadrado (1L/m²), ou seja, para ficar em linguagem mais simples, seria de 60 a 120L/mês.*

No segundo momento, o aluno A5 ficou responsável por apresentar os problemas e as resoluções do grupo 4. Esse grupo, porém, conseguiu desenvolver apenas um dos dois problemas elaborados, pois encontraram dificuldades, como mencionado pelo aluno A5: *Então, eu fiquei com as problemáticas e resoluções. Como já havia explicado para vocês antes, eu não cheguei a um resultado nessa primeira* (Figura 38).

Figura 38 - Apresentação do aluno A5 do grupo 4 (Google Meet) – Problema 1

Problemáticas e resoluções

01 – Qual a quantidade de adubação utilizada na produção de 1 hectare de abacaxi, na sua totalidade de produção?

Resolução:

Tabela 1. Recomendações de adubação para o abacaxizeiro, no Estado de Pernambuco, com base em resultados analíticos do solo; primeira aproximação.

Matrizes	No plantio	Em colheita - após o plantio			
		1 ^o ano (1 ^o mês)	2 ^o ano (2 ^o mês)	3 ^o ano (3 ^o mês)	3 ^o a 4 ^o ano (4 ^o a 5 ^o meses de colheita total)
		N (kg/ha)			
		P ₂ O ₅ (kg/ha)			
		K ₂ O (kg/ha)			
		S (kg/ha)			
		Zn (kg/ha)			
		B (kg/ha)			
		Molibdênio (kg/ha)			
		Cinco (kg/ha)			
		Manganês (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			
		Cromo (kg/ha)			
		Cianeto (kg/ha)			
		Fósforo (kg/ha)			
		Enxofre (kg/ha)			
		Boro (kg/ha)			
		Zinco (kg/ha)			
		Cálcio (kg/ha)			
		Magnésio (kg/ha)			
		Cobalto (kg/ha)			

abacaxizeiro, ou seja, os alunos desse grupo tiveram dificuldades de interpretação. Mas procurei observar o esforço de cada um em buscar informações sobre seu problema. Já o problema 2 o grupo desenvolveu, enfatizando a produção por área plantada e utilizando regra de três, como mostra a Figura 39.

De acordo com Almeida et al. (2013), essas dificuldades nas atividades de modelagem decorrem da necessidade de os próprios estudantes tomarem decisões, inteirarem-se e informarem-se para dar continuidade à atividade.

Figura 39 - Apresentação do aluno A5 do grupo 4 (*Google Meet*) – Problema 2

Problemáticas e resoluções

02 – Sabendo que um produtor de Abacaxi possui aproximadamente 44000 plantas por hectare, utilizando o espaçamento em fila dupla. Quantos hectares precisará aumentar sua área, para se tenha em média 176000 plantas (considere a tabela ao lado) ?

Resolução:

1ha 44.000 p/ha
 x 176.000
 $44.000x = 176.000$
 $x = 176.000/44.000$
 $x = 4 \text{ ha}$

O produtor precisará aumentar sua área para 4 ha.

Densidade por hectare

Tabela 1. Espaços mais utilizados para a cultura do abacaxizeiro no Brasil.

Tipo de plantio	Distância entre filas e plantas (m)	Planta (ha)
Fila simples	0,80 x 0,30	41.600
	0,90 x 0,30	37.000
	0,90 x 0,35	31.700
Fila dupla	0,90 x 0,40 x 0,30	51.200
	0,90 x 0,40 x 0,35	44.000
	0,90 x 0,40 x 0,40	38.400
	1,00 x 0,40 x 0,40	35.700

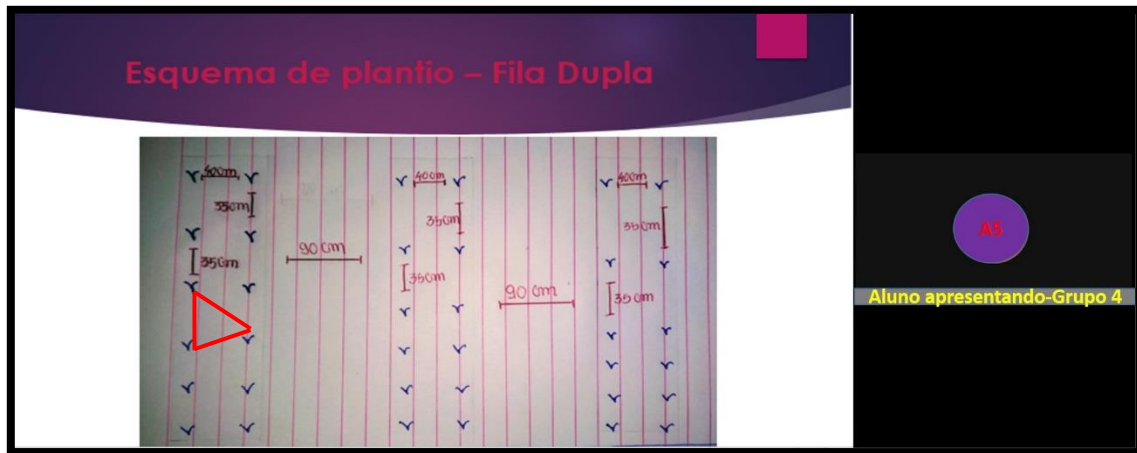
A5

Aluno apresentando-Grupo 4

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Para os alunos compreenderem o segundo problema, tiveram de consultar uma tabela padrão de valores estipulados em cada plantio, visto que o problema enfatizava o plantio em fileiras duplas em que foi utilizado um espaçamento aleatório (0,90x0,40x0,35), indicado na tabela (Figura 39). Outra forma que o grupo encontrou para desenvolver a solução do seu problema foi a criação de um modelo de plantio de fileiras duplas, utilizando medidas-padrão apresentadas na tabela, dando origem a formas triangulares e, com isso, aumentando o número de plantas por hectare, conforme a Figura 40.

Figura 40 - Esquema de plantio (fila dupla) do grupo 4 (*Google Meet*)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

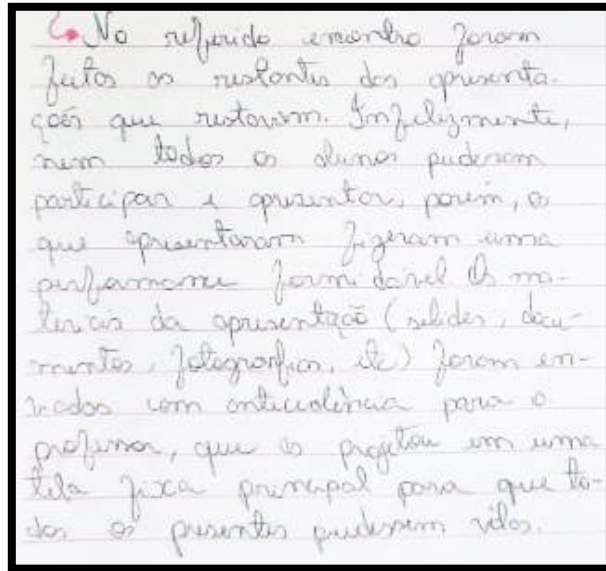
O aluno, em sua fala, justificou o motivo pelo qual recorreu à construção do desenho esquemático:

Só para especificar o meu desenho, porque eu não iria colocar ele a princípio, eu me enrolei muito nesse negócio de saber o que era fileira dupla e o que não era. Foi quando comecei a pesquisar umas vídeo-aulas, depois fui desenhar para eu poder entender e em seguida fazer (A5).

Quando o produtor opta por plantar abacaxi em fileiras duplas, ocorre a forma triangular no plantio, como observado na Figura 40. O EA explicou o motivo da formação de triângulos, salientando que são seguidas as medidas dadas na tabela. Assim, o item c ($a = 0,90$, $b = 0,40$ e $c = 0,35$) geralmente apresenta um valor menor que o item **b**, fazendo uma posição de triângulo no campo um pouco menor, então teremos uma geometria triangular.

Dando continuidade às apresentações do 8º encontro, o grupo 2 apresentou os problemas elaborados. No entanto, dos quatro componentes, apenas dois participaram dessa atividade. Os outros dois integrantes tiveram dificuldades de acesso, pois sua *internet* era limitada e não puderam participar das apresentações junto ao grupo. Essa dificuldade foi relatada pelo aluno A13 do grupo (Figura 41).

Figura 41 - Parte do relatório do aluno A13 do grupo 1



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Isso posto, o aluno A2 do grupo 2 iniciou apresentando uma das questões de interesse: *Como fazer para encontrar a perda monetária com o desperdício do produto (abacaxi)?* Esse aluno acrescentou: *Inicialmente, quando eu era totalmente leigo a respeito do subtema, pensava que o desperdício do Abacaxi se resumia em jogar a casca e a coroa fora.*

Assim, ele descobriu, por meio da pesquisa, que o desperdício vai muito além do que imaginava. Por exemplo, perder no transporte, estragando abacaxis, é um desperdício, pois vai gerar uma perda monetária para o produtor. Mas a perda na colheita, que é considerado algo normal, de acordo com o site da Embrapa, chega a 30% da produção do pós-colheita. Como forma de ilustrar a ideia de desperdício do abacaxi, o aluno A2 mostrou duas tabelas (Figura 42) com valores hipotéticos, para facilitar o entendimento acerca da perda monetária. Também enfatizou que a mesma ideia se aplicaria a dados reais.

Figura 42 - Apresentação do aluno A2 do grupo 2 (*Google Meet*)

Cultivares aproveitadas		
Produção	Quantidade	Percentual de produção
Frutos colhidos	30.000	100%
Vendas	16.200	54%
Distribuição	1.620	5,4%
Transporte	30.000	100%
Cultivares não aproveitadas		
Produção	Perdas e desperdício	Percentual de perdas
Frutos colhidos	0	0%
Vendas	10.800	36%
Distribuição	0	0,00%
Transporte	9.180	30,60%

A2

Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Como mostra a Figura 42, o aluno fez uma comparação entre uma produção de abacaxi aproveitada e uma que não foi aproveitada. No primeiro quadro (cultivares aproveitadas), segundo o aluno A2, foi considerado um hectare de área plantada, onde foram colhidos 30.000 frutos de abacaxis, o que corresponde a 100% da produção. Considerando que durante o processo da colheita não houve desperdício, 16.200 foram vendidos, ou seja, 54% da produção. Cada unidade do abacaxi custou R\$ 1,75, gerando R\$ 28.350,00. Com isso, sobraram 1.620 frutos, que foram distribuídos à comunidade carente para que não fossem desperdiçados.

No segundo quadro (cultivares não aproveitadas), apresentou uma perda de 0% dos frutos colhidos, ou seja, não houve perdas, pois todos os frutos foram colhidos. No entanto, não foram comercializados 10.800 frutos e isso provocou uma perda de 36% da produção. Também não houve perdas na distribuição, mas durante o transporte foram desperdiçados 9.180 frutos, correspondendo a 30,60% dessa produção. Então o aluno A2 ainda explicou como foi calculada a perda monetária com o desperdício do abacaxi:

Então perdi tudo isso. Aí vem a pergunta, qual a minha perda monetária? Vamos começar com as perdas na venda contida no segundo quadro. Se eu não conseguir comercializar 10.800 frutos (36%), sendo que a unidade vendida foi R\$ 1,75, então basta multiplicar 1,75 por 10.800, o resultado será de R\$ 18.900,00. Agora vamos calcular para a perda no transporte, eu perdi 9.180 frutos, sendo 1,75 multiplicado por 9.180, o valor foi de R\$ 16.065,00. Então, a minha perda monetária foi de R\$ 34.965,00 (A2).

Tendo como base o exemplo citado pelo aluno A2, o cálculo da rentabilidade (primeira tabela) pode ser feito por meio do produto das vendas pelo valor unitário de cada abacaxi, ou seja,

16200 x 1,75 - o resultado será igual a R\$ 28.358,00. Conforme o aluno, comparando os resultados de perdas e rentabilidade, vê-se que “são discrepantes”.

Achei interessante, nessa situação do grupo, a forma como abordaram a questão, pois propuseram valores hipotéticos para ser mais fácil de entender como ocorreria numa situação real. A partir desses valores, organizaram quadros e, ao mesmo tempo, mostraram a relação com porcentagem de perdas. Como forma de continuar resolvendo o problema, o aluno A2 destacou que esses quadros poderiam ser transformados em uma única matriz, lembrando que, durante as atividades desenvolvidas, foi introduzido o conceito de matriz. Assim, mostrou os mesmos dados em forma de matriz, conforme pode ser observado na Figura 43.

Figura 43 - Apresentação do aluno A2 do grupo 2 (*Google Meet*)

	30.000	100	0	0
N =	16.200	54	10.800	36
	1.620	5,4	0	0,00
	30.000	100	9.180	30,60

16 elementos

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O aluno explicou para os colegas a ideia básica de uma matriz, a qual representou na Figura 43: *Essa é a representação em matriz. Eu peguei os valores do quadro e joguei na forma de matriz, como o professor ensinou. A minha matriz deu 4x4, por que são 4 linhas e 4 colunas, tenho 16 elementos envolvidos, pois 4x4=16.*

Dando sequência à apresentação, o aluno A2 disse que, considerando que a perda monetária apresentada foi de R\$ 34.965,00, pensou em meios de reduzir esses desperdícios. Para isso, buscou informações em sites confiáveis, como da Embrapa.

Eu como futuro técnico em agronegócio, pesquisei formas de diminuir esse desperdício da produção. Uma forma de diminuir a perda monetária é a diminuição da produção. A outra seria na colheita dos frutos, durante essa colheita, os frutos devem ser manados

para um balcão para fazer a escolha dos frutos saudáveis, ou seja, uma seleção dos melhores frutos para que durante o transporte não haja tanta perda, dentre outras (A2).

Para concluir, o aluno A2 compartilhou o que havia absorvido durante a pesquisa do subtema e como via a relação da metodologia com o curso de agronegócio.

O que eu pude ver na resolução dessa modelagem e relacionar com o meu curso de agronegócio, eu acho que tudo está relacionado, desde a forma de se criar uma tabela, planejar, organizar, vê quanto se perdeu, o custo e a rentabilidade, tudo está ligado com o agronegócio. Pequenas operações como regra de três, operações básicas, gráficos, tabelas, a logística, armazenamento e transporte está tudo ligado com o agronegócio. TUDO HAVER, MODELAGEM MATEMÁTICA E AGRONEGÓCIO (A2).

Como forma de complementar o trabalho, o EA fez algumas colocações pertinentes quanto à apresentação do aluno A2 em relação ao custo de produção. De acordo com EA, faltaram alguns dados na fala do aluno:

Seria interessante acrescentar o custo de produção (CP), já que foram colhidos 30 mil frutos. A partir do momento em que você tem um custo de produção de x reais, todos esses valores atribuídos mudariam consideravelmente. Estaríamos diante de um lucro bruto (LB) e lucro líquido (LL). Seria interessante colocar essas nomenclaturas, uma vez que vocês estão no curso de agronegócio. O cálculo do lucro líquido pode ser calculado como “ $LL = LB - CP$ ” (EA).

Portanto, apesar da dificuldade de alguns alunos desse grupo para entender alguns conceitos, houve conversão da linguagem natural para o registro matemático. Ao contrário do observado por Pinheiro et al. (2016), quando propuseram em seu trabalho uma atividade de modelagem abordando a temática do manejo sustentável do açaí com alunos do ensino médio modular em uma comunidade ribeirinha no Estado do Pará. Os referidos autores observaram que, embora tenha havido interesse dos alunos nas informações apresentadas acerca do manejo do açaí, por ser uma situação real para eles, de maneira geral, apresentaram certa confusão no que tange à interpretação das informações e à matematização.

Prosseguindo com o grupo 2, o aluno A11 buscou solucionar o seguinte problema: *Como calcular os gastos incluídos no processo de transporte do fruto?* Segundo o aluno, esse problema foi pensado justamente pela curiosidade em saber calcular os gastos referentes ao transporte do fruto (abacaxi). Na apresentação, o aluno A11 expôs tópicos explicativos para introdução de dados que comporiam seu modelo matemático, ou seja, uma fórmula com objetivo de calcular o total de gastos que o produtor teria com os veículos de transporte do fruto. Todos os valores apresentados foram dados reais que o próprio aluno pesquisou, segundo ele mesmo reforçou:

Os valores mensais que tive que aplicar, tive que pesquisar bastante sobre os impostos, manutenção geral do caminhão. Consegui fazer uma média porque alguns lugares variavam muito o preço, uns mais baratos e outros mais caros, também nos salários, valor de compra que é o v e também na manutenção (A11).

De posse dessas informações, o aluno A11 apresentou dois modelos matemáticos capazes de calcular os gastos com transporte do fruto. A primeira equação matemática apresentada foi denominada de Modelo 1 – custo mensal, conforme exibido na Figura 44. O aluno explicitou: *Gente, a minha fórmula tem o objetivo de ver se o investimento inicial serve ou não para adquirir um veículo, incluindo todos os gastos que vem com ele.*

Figura 44 - Apresentação do Modelo 1 (custo mensal) (Google Meet)

GASTOS INCLUSOS NO PROCESSO DE TRANSPORTE DO FRUTO

Modelo 1: Custo mensal

$$C = \text{Investimento inicial} - \left[v + \frac{(i + d) \cdot z}{12} + \frac{(s + m) \cdot z}{12} \right]$$

Ou

$$C = I_o - \left[v + \frac{z \cdot (i + d + s + m)}{12} \right]$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Pode-se observar que o próprio aluno conseguiu manusear o modelo, de modo a reduzir o tamanho da equação como forma de facilitar a substituição dos dados pesquisados, assim chegando a um resultado esperado. Nesse sentido, é necessário conhecer os significados de cada símbolo que acompanha o Modelo 1 (Figura 45). Também é importante frisar que existem variáveis envolvidas, pois o processo de transporte de frutos agrega várias questões que precisam ser validadas.

Para Schönardie (2011, p. 31), a Modelagem Matemática constitui um ambiente de aprendizagem que possibilita, ao aluno, uma forma diferenciada de aprendizagem da matemática, na qual pode participar ativamente das discussões, bem como da elaboração de um produto final.

Figura 45 - Significado de cada letra do Modelo 1 criado (Google Meet)

Sendo que:

- **c** = custo;
- **v** = valor de compra;
- **l** = imposto (IPVA);
- **d** = diesel (combustível);
- **s** = salários dos motoristas;
- **m** = manutenções;
- **12** = meses do ano;
- **z** = vida útil;

Isto se referindo aos veículos de transporte (caminhões).

A11
Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Assim, com base na Figura 45, o significado de cada letra que apareceu no Modelo 1 (Figura 44) é o mesmo para o Modelo 2 (Figura 48), com apenas duas mudanças - o investimento inicial e o valor da compra de um veículo de transporte, ou seja, caminhões. Como forma de compreender o real sentido do Modelo elaborado, o aluno A11, do grupo 2, relacionou cada letra do seu Modelo a um valor que foi pesquisado, pois, como já foi referido, todos os valores que aparecem no Modelo são valores reais que o próprio aluno foi buscar. Alguns valores foram introduzidos como uma média em reais, como as letras **m**, **v** e **s**, exceção do **z** que é dado em meses, conforme mostra a Figura 46.

Figura 46 - Apresentação do Problema 1 (*Google Meet*)

PROBLEMA 1

Valores mensais a serem aplicados em R\$:

- **m** = R\$ 7.000,00 (média)
- Cálculo: soma de peças analisadas em uma revisão;
- **d** = R\$ 3.600,00
- Cálculo: 450 (litros) x 4 (média de valor do combustível) x 2 (quantidade de abastecimentos);
- **v** = R\$ 200.000,00 (média)
- **s** = R\$ 2.000,00 (média)
- **l** = R\$ 4.500,00
- **z** = 120 meses

A11
Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O aluno A11 explicitou: *Para chegar a esses resultados, pesquisei sobre o valor da gasolina, quantidade que um tanque suporta e também precisei pesquisar uma fórmula já existente que calcula o quilômetro rodado, quanto custa um quilômetro rodado de caminhão que é por volta de R\$4,50.*

Para que os alunos pudessem compreender a ideia de criação dos modelos, o aluno A11 fez a validação (aplicação), substituindo os valores pesquisados (Figura 47) no Modelo 1 por duas situações do cotidiano. Desejava saber se era viável ou não investir o valor. Dois exemplos de aplicação mensal ilustraram a situação do cotidiano proposta pelo aluno A11 na Figura 47.

Figura 47 - Solução do Problema 1 (Google Meet)

APLICAÇÃO

- **Ex 1:**
- **Investimento inicial: R\$ 1.000.000,00 e Valor de compra: R\$ 200.000,00**
- $C = 1.000.000 - \left[200.000 + \frac{(4.500+3.600) \times 120}{12} + \frac{(2.000+7.000) \times 120}{12} \right] =$
R\$ 629.000,00
- **Ex 2:**
- **Investimento inicial: R\$ 256.700,00 e Valor de compra: R\$ 150.000,00**
- $C = 256.700 - \left[150.000 + \frac{(4.500+3.600) \times 120}{12} + \frac{(2.000+7.000) \times 120}{12} \right] =$
- R\$ 64.300,00

A11

Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Por meio dos cálculos mostrados na Figura 47, exemplo 1, é possível perceber que o indivíduo realizou um investimento de R\$ 1.000.000,00 na compra de um caminhão para transportar os frutos que custaram R\$ 200.000,00. Assim, resultará em um valor positivo de R\$ 629.000,00, ou seja, é viável tal aplicação, pois não haverá prejuízos para o comprador. Mas, em contrapartida, se for feito um investimento inicial de, por exemplo, R\$ 256.700,00 na compra de um caminhão de R\$ 150.000,00, com as mesmas condições do primeiro, o valor do custo será negativo -R\$ 64.300,00, ou seja, o comprador terá prejuízo, não sendo viável realizar essa compra. Como esses valores são mensais, o aluno A11 resolveu ampliar as mesmas ideias de investimentos para valor anual, o que deu origem ao Modelo 2, chamado de custo anual, conforme pode ser visualizado na Figura 48.

Figura 48 - Apresentação do Modelo 2 (custo anual) (*Google Meet*)

Modelo 2: Custo anual

$$C = \text{investimento inicial} - [v + (i + d + s + m).z]$$

Ou

$$C = I_o - [v + (i + d + s + m).z]$$

A11
Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Com o Modelo 2 o aluno visou saber se era possível realizar um investimento na compra de veículos para transportar frutos (abacaxi) por mais de um ano. O aluno fez uso das três operações básicas - adição, subtração e multiplicação -, além de buscas e pesquisas realizadas para chegar ao Modelo mais adequado àquela situação. A Figura 49 apresenta os valores pesquisados.

Figura 49 - Apresentação do Problema 2 (*Google Meet*)

PROBLEMA 2

Valores anuais a serem aplicados em R\$:

- **M** = R\$ 84.000,00 (média)
- **D** = R\$ 43.200,00
- **V** = R\$ 200.000,00 (média)
- **S** = R\$ 24.000,00
- **I** = R\$ 54.000,00
- **Z** = 10 anos

Obs: Todos os valores mensais foram multiplicados por 12 (meses do ano) para atingirem esses resultados

A11
Aluno apresentando-Grupo 2

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Com base nos dados do problema 2, é possível saber o valor do custo anual que será arcado na compra de veículos por mais de um ano. É importante lembrar que todos os valores apresentados

na Figura 49 foram multiplicados por 12, ou seja, representam a equivalência dos custos durante o ano. A Figura 50 representa o resultado do problema 2.

Figura 50 - Solução do problema 2 (Google Meet)

The screenshot shows a presentation slide with a blue background and circuit-like patterns. The title is 'APLICAÇÃO' in yellow. It contains two examples:

- Ex 1:**
 - Investimento inicial: R\$ 5.000.000,00 e Valor de compra: R\$ 200.000,00
 - Equation: $C = 5.000.000 - [200.000 + (54.000 + 43.200 + 24.000 + 84.000) \times 10] = R\$ 2.748.000,00$
- Ex 2:**
 - Investimento inicial: R\$ 1.500.000,00 e Valor de compra: R\$ 175.000,00
 - Equation: $C = 1.500.000 - [175.000 + (54.000 + 43.200 + 24.000 + 84.000) \times 10] = R\$ 927.000,00$

On the right side of the slide, there is a blue circle with the text 'A11' and a yellow bar with the text 'Aluno apresentando-Grupo 2'.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Assim, ao realizar um investimento de R\$ 5.000.000,00 durante o ano, é possível cobrir todos os custos, restando ainda R\$ 2.748.000,00 - isso adquirindo um veículo de R\$ 200.000,00. Mas, se for realizado um investimento de apenas R\$ 1.500.000,00, adquirindo um veículo de R\$ 175.000,00, não será possível cobrir os gastos durante o ano, pois haverá um saldo negativo de – R\$ 927.000,00 e isso pode levar ao fechamento da cadeia produtiva dos frutos.

Após a apresentação do aluno A11, o EA realizou algumas observações pertinentes, conforme descrito:

Achei bem interessante essa questão do custo com transportes, bem bacana o modelo matemático que foi desenvolvido e bem pertinentes, porém me gerou uma dúvida. Em relação ao modelo 2, o A11 disse que um único veículo custa R\$ 200.000,00, com um valor em caixa de R\$ 5.000.000,00. Em seguida, leva em consideração o combustível durante 10 anos, manutenção e assim por diante. Pelo calculado e de acordo com os dados matemáticos, quer dizer o seguinte: R\$ 2.748.000,00 foi o que sobrou dos R\$ 5.000.000,00 do investimento inicial, correto? Quando a gente diminui o investimento inicial do valor que sobrou, temos R\$ 2.252.000,00, realmente o valor do custo de um veículo por 10 anos. É isso mesmo? Então esses R\$ 2.252.000,00 é o que foi gasto em um caminhão durante 10 anos. E se a gente diminuir o valor do custo do caminhão pelo valor da compra, teremos aí R\$ 2.052.000,00, ou seja, só apenas o valor gasto com manutenção de um único veículo por 10 anos. Gente!! É muito dinheiro que se gasta com transportes (EA).

Após os comentários feitos pelo EA a respeito dos gastos com transporte do abacaxi, os alunos ficaram surpresos, pois nunca imaginaram que fossem tão altos. Diante disso, entenderam o porquê de a produção de alguns produtores ficar somente em Porto Grande e outros transportarem em carro próprio para minimizar esses gastos. Em seguida, o aluno A11 comentou que a pesquisa foi trabalhosa, envolvendo diversos aspectos, e que ficara surpreso com o que encontrara, conforme mostra a citação que segue:

Olha, quando eu fui pesquisar, eu fiquei abismada. Porque eu realmente não fazia ideia que era tanto dinheiro assim e também para chegar a esses valores, tive que pesquisar marcas de caminhões, como era feito uma revisão de caminhão, o que eles olhavam, precisavam trocar, preço de pneu, suspensão, sistema elétrico e assim por diante (A11).

Depois de muitas discussões, contribuições e intervenções em relação à apresentação do aluno A11, o EA fez suas últimas considerações e elogios a respeito do trabalho pesquisado e do empenho observado. Em efeito:

Olha, você fez uma pesquisa robusta mesmo, para poder fazer esse modelo matemático - uma pesquisa bem apurada. Porque quando a gente pega esse valor de R\$ 2.052.000,00 e divide por 120 meses (10 anos), a gente tem, mensal, um custo de R\$ 17.100,00 para manter um veículo. É muito dinheiro mesmo. É por isso que uma única viagem, como já havia falado para vocês naquela palestra, custa em média R\$ 1.500,00 a R\$ 2.000,00. Então, realmente está explicado pelo modelo matemático do aluno A11. PARABÉNS! (EA)

Os alunos (em particular, o aluno A11) ficaram contentes com o trabalho que o colega desenvolveu e com as palavras ditas pelo EA. Na mesma perspectiva, o EA deixou uma sugestão em relação ao trabalho do grupo como forma de propagar o conhecimento adquirido, de modo a ajudar produtores no transporte do abacaxi.

Eu observo que vocês devem pensar em uma publicação. Um resumo num congresso. Seria muito pertinente esse modelo matemático que o grupo desenvolveu. Está muito bem feito, e eu desconheço alguma coisa que leve em consideração tantos parâmetros assim na área da agricultura para questão de transportes. E, isso daí iria provar de várias formas os custos de produção e as perdas que ocorrem durante o pós colheita em relação aos valores que se tem no transporte (EA).

Para finalizar a etapa de socialização dos grupos, o grupo 1 apresentou seu trabalho. Mesmo formado por quatro alunos, apenas um apresentou o problema porque os outros integrantes ficaram impossibilitados de participar devido ao acesso limitado de *internet*, que dificultou a entrada na sala do “*Google Meet*”. Esse grupo buscou saber: *Qual a porcentagem de perdas no transporte de Abacaxi?* Para resolver esse problema, o aluno A13 mostrou cálculos de

porcentagem, regra de três, média, matriz e multiplicação. O aluno começou definindo porcentagem e citando, como referência, “Brasil Escola” para a pesquisa exploratória. Também mostrou como são feitos o transporte e o armazenamento do abacaxi (Figura 51).

Figura 51 - Apresentação do aluno A13 do grupo 1 (Google Meet)

QUAL A PORCENTAGEM DE PERDA NO TRANSPORTE DO ABACAXI?

• O QUE É PORCENTAGEM?

- a razão entre um número qualquer e 100;
- representação: %;
- é utilizada a ideia de porcentagem para representar partes de algo inteiro;
- Como a porcentagem é uma razão, pode ser representada por uma fração.
- por exemplo: $x\% = \frac{x}{100}$

$2\% = \frac{2}{100} = \frac{1}{50} = 0,02$

- para escrever de forma percentual

$0,13 \cdot 100 = 13\%$
 $0,05 \cdot 100 = 5\%$

• TRANSPORTE DO ABACAXI:

- GRANDE ESCALA (industrial)
 - (A) Caminhões não refrigerados a granel;
 - (B) Caminhões refrigerados a 12°C a 14°C;
 - ↳ Navios;
- PEQUENA ESCALA (agricultura familiar)
 - ↳ Pequenos caminhões abertos;
 - ↳ Carroças;
 - ↳ Carros próprios.

- Embraxe

- * Caixas de papelão ou madeira.
- * Alcolchoamento;
 - palha
 - filhotes
 - Grama
 - Papelão
- * Circulação de ar;

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O aluno A13 destacou como o fruto é transportado por pequenos produtores, pois esses não possuem a infraestrutura adequada para esse transporte. Para os dados ficarem o mais próximos possível da realidade, consultaram três agricultores¹⁸ que produzem abacaxi (via telefone celular/telemóvel) da comunidade do Matapi, próximo ao Município de Porto Grande, os quais responderam a algumas perguntas sobre o subtema. O aluno A13 ainda ressaltou que todos os consultados trabalham mais de vinte anos na agricultura. Os resultados dessa consulta estão descritos na Figura 52.

¹⁸ Os três agricultores consultados pelo aluno A13 estão identificados como 1º, 2º e 3º, como forma de preservar suas identidades.

Figura 52 – Resultado da consulta feita com três agricultores da Colônia do Matapi (Google Meet)

QUESTIONAMENTOS	1°	2°	3°	MÉDIA
Quantidade produzida por mês (pés)	6.000 pés	4000 pés	4.000 pés	4.666,66
Gasto na produção	3.000,00	15.000,00	2.000,00	6.666,67
Gasto no transporte	350,00	1.500,00	40,00	630,00
Meio de transporte	Caminhão próprio	Carro próprio	Carro próprio	-
Participação na feira do agricultor	8x por sem.	-	4x por sem.	4x por sem.
faturamento por feira	10.000,00	1.000,00	175,00	3.725,00
faturamento por mês	80.000,00	4.000	8.000,00	30.666,67
Preço por abacaxi	2,33	1,75	3,00	2,36
Perda no transporte	25% ¹⁵⁰⁰	27% à 5%	5% à 10%	10,67%
	• Colônia do Matapi • 48 anos • +28 anos	• Colônia do MATAPI • 39 ANOS • 30 ANO - AGRO	• Colônia do MATAPI • 38 ANOS • 20 ANOS - AGRO	

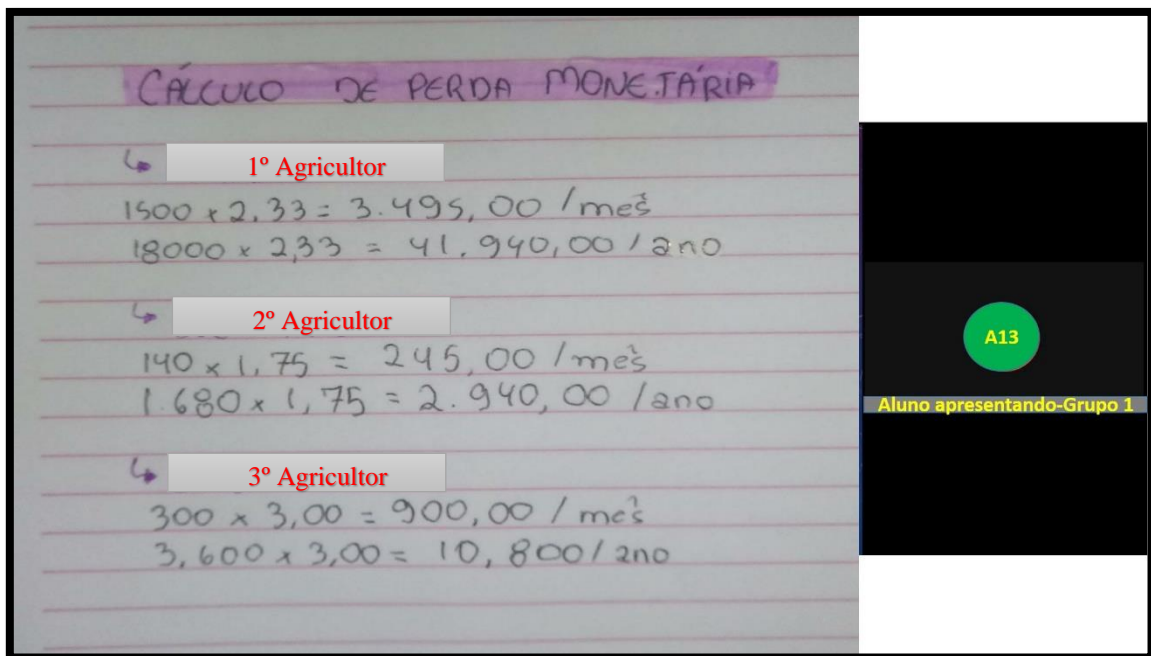
Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

De acordo com os dados obtidos, os três agricultores possuem veículo próprio para o transporte do abacaxi, o que acaba minimizando os gastos. O 1º agricultor possui uma participação intensa na feira, tendo em vista a maior quantidade de pés produzidos de abacaxi, com um faturamento acima da média dos três agricultores. Em relação a isso, outro fato interessante, comentado pelo aluno A13, diz respeito ao preço do abacaxi, que varia para cada produtor, mas apresenta média de R\$2,36.

Durante o transporte do fruto há sempre perda, pois a maioria dos agricultores não possui a estrutura necessária para um transporte correto e isso gera, em média, 10% de perda da produção. Quando os agricultores foram perguntados sobre a perda de abacaxi no transporte, todos responderam em forma de porcentagem, como mostra a Figura 52. Esse dado levou o grupo a querer descobrir e calcular de quanto seria essa perda por agricultor. Os cálculos foram feitos utilizando regra de três simples (Figura 53).

Ainda segundo o aluno A13, o cálculo de perda em porcentagem é o mesmo para o 2º agricultor, então ele resolveu não desenvolver o cálculo para que não ficasse muito longa a apresentação, mas apontou que a perda mensal dele é de 140 abacaxis e que anualmente ele perde cerca de 1680 abacaxis. Dando prosseguimento, o aluno A13 comentou sobre a perda monetária de cada agricultor, comparando mês e ano. Esses cálculos foram descritos e organizados manualmente (Figura 54).

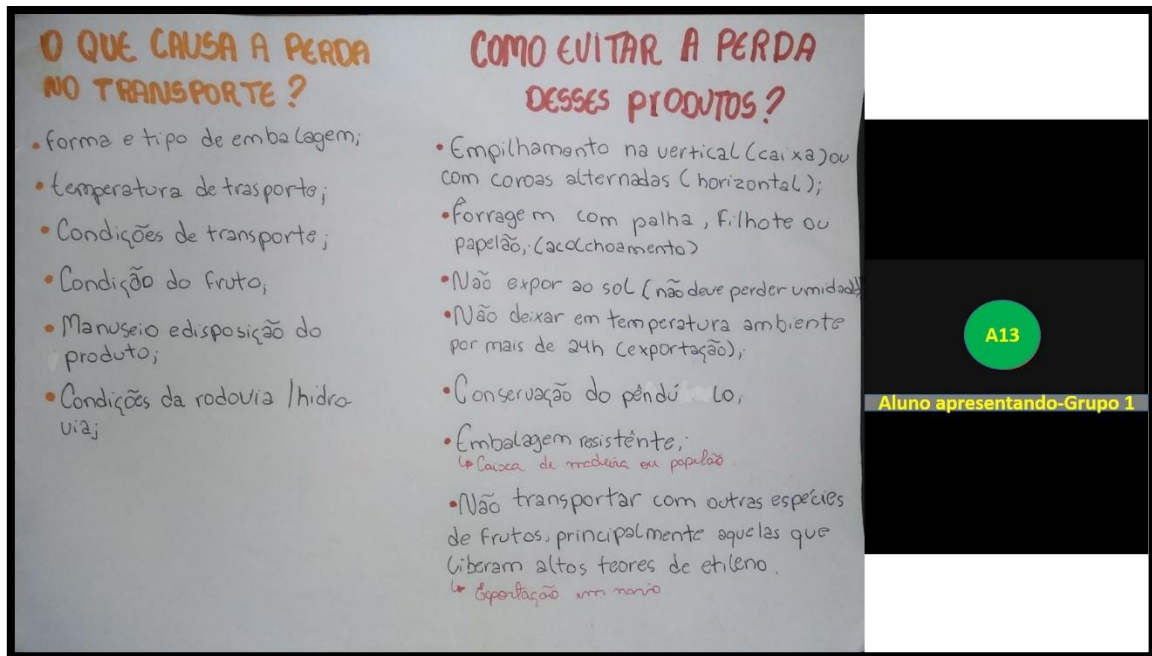
Figura 54 – Cálculo de perda monetária (Google Meet)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Na Figura 54 é possível verificar que o aluno A13, por meio de uma multiplicação, calculou a perda monetária mensal e anual, pelo valor que cada agricultor comercializa seu produto nas feiras. Com base nos cálculos apresentados, a maior perda monetária mensal e anual é do 1º agricultor, por ser o maior produtor dentre os consultados. A seguir, o aluno A13 mostrou o que pode causar a perda no transporte e como se pode evitá-la, de modo a obter um lucro maior (Figura 55).

Figura 55 – O que causa a perda no transporte e modos de evitá-la (Google Meet)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

O aluno A13 citou como problemas o transporte não adequado e as condições de infraestrutura das rodovias, que são precárias, citando, como exemplo, as estradas de chão batido. O que dificulta o controle das perdas é que, na maioria das vezes, o agricultor não tem condições de observar os cuidados que o fruto precisa ter para ser transportado. Entretanto, é importante tentar minimizar essas perdas, utilizando cuidados básicos, como uma embalagem resistente, por exemplo.

O aluno também apresentou algumas informações, já mostradas na Figura 52, em uma matriz, conforme mostra a Figura 56.

Figura 56 – Representação em Matriz (Google Meet)

MATRIZ

	PRODUÇÃO MENSAL	G. PRODUÇÃO	G. TRANSPORTE
1°	6.000 pés	3.000,00	350,00
2°	4.000 pés	15.000,00	1.500,00
3°	4.000 pés	2.000,00	40,00

$$N = \begin{pmatrix} 6.000 & 3.000 & 350 \\ 4.000 & 15.000 & 1.500 \\ 4.000 & 2.000 & 40 \end{pmatrix}$$

3 x 3

A13
 Aluno apresentando-Grupo 1

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (2020).

Assim, para concluir a apresentação, o aluno A13 retirou alguns dados que achou pertinentes e os organizou em uma tabela (Figura 56). Paralelamente, e de acordo com o que foi introduzido de matriz no decorrer das atividades desenvolvidas, mostrou os dados dispostos da própria tabela em uma matriz, aplicando conhecimentos básicos e classificando-a como uma matriz 3x3, ou seja, matriz quadrada. Diante do exposto, resolvi perguntar ao aluno o que mais tinha chamado sua atenção durante o desenvolvimento da sua pesquisa e subtema. Ele respondeu da seguinte maneira:

Na hora de recolher os dados dos agricultores (via telefone celular/telemóvel), fiquei surpreso na verdade como eles não tem um planejamento para os gastos na produção. Tem muita gente que não tem essa noção de conceitos de planejamento e administração, por exemplo, no caso do 2° produtor, eu fiquei surpreso o quanto eles gastam e faturam não é um valor que compensa (A13).

Sem dúvidas, é importante ter uma noção mínima de planejamento em um negócio, pois o objetivo é ter lucro e não prejuízos, mas realizar um trabalho de conscientização com esses agricultores não é tarefa fácil. Segundo o EA, há uma certa resistência por parte deles em querer aceitar, pois muitos utilizam, no gerenciamento do negócio, apenas a intuição. No entanto, é um trabalho que precisa ser feito e o aluno A13 deixou sua opinião sobre essa questão:

Eu acho muito importante, como a gente está formando muitos profissionais na área de agronegócio, que eles orientem esses agricultores, para que eles saibam planejar melhor seu negócio para que eles consigam faturar mais, gastando menos (A13).

Com base na fala do aluno A13, comentei que o objetivo é esse, ou seja, que os alunos adquiram o conhecimento por meio de pesquisas em fontes confiáveis, observando experiências positivas, e que, após formados como técnicos em agronegócio, possam compartilhar tais conhecimentos com os produtores. Dessa forma, poderão auxiliá-los a minimizar perdas e, com isso, a aumentar o lucro.

De acordo com Oliveira (2017), esta é uma das características da modelagem, ou seja, romper com os paradigmas do exercício, segundo os quais as situações já estão prontas e basta trocar valores absolutos. É necessário desenvolver uma prática orientada pela resolução de problemas, visto que, na atividade relatada, os alunos tiveram de pesquisar e avaliar dados, selecionar informações e definir as variáveis, para só então darem continuidade à busca de uma solução coerente.

Assim, nos encontros utilizei uma abordagem pedagógica, em que os alunos, argumentaram, levantaram hipóteses e realizaram análises de dados, com o objetivo de abordar conceitos e, ao mesmo tempo, estimular um trabalho colaborativo. Segundo Borssoi, Silva e Ferruzi (2020), trata-se do Ensino por Investigação que, de acordo com Sasseron (2015, p. 58), pode “estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor”.

Assim, o momento de socialização dos grupos foi produtivo para os alunos, pois percebi evolução durante a realização das atividades. Observei também que houve progresso no entendimento da proposta que foi lançada, no desenvolvimento dos subtemas e no trabalho em grupo, que foi essencial e decisivo para o andamento da prática pedagógica. Gostei dos problemas matemáticos elaborados pelos alunos, como também dos não matemáticos que apareceram no decorrer dos encontros. Fiquei satisfeito com os conteúdos que surgiram - matrizes, tabelas, estatística, regra de três, porcentagem -, além de conteúdos básicos que serviram de suporte para a conclusão dos modelos matemáticos.

Pude comprovar que, de fato, a Modelagem Matemática deixou os alunos independentes e observei que eles interagiram com os colegas e comigo. As questões que foram abordadas durante a socialização dos grupos foram interessantes, pois foram para além da matemática, chegando a questões econômicas e sociais. Os subtemas auxiliaram na conscientização dos alunos sobre

questões relacionadas ao desperdício do abacaxi e à sensibilidade de capacitar os produtores para que diminuam os gastos e aumentem o lucro.

6º Momento (9º encontro): Entrevista com os alunos

Neste encontro os alunos avaliaram as atividades, manifestando suas opiniões por meio de entrevistas. Participaram apenas sete alunos deste momento, pois foram os únicos que conseguiram desenvolver todas as atividades. Os outros alunos, conforme já mencionado, durante a ocorrência dos encontros não puderam continuar, na maioria das vezes, por dificuldades de acesso à *internet*.

As entrevistas ocorreram em ordem de participação aleatória, visto que durante as atividades desenvolvidas procurei deixar os alunos à vontade para exporem suas opiniões. Criei, então, uma sala principal, na plataforma *Google Meet*, onde esses alunos se fizeram presentes, com o objetivo de apenas orientá-los sobre como seriam as entrevistas. Após as orientações dadas, criei outra sala para entrevistas individuais com os alunos e, conforme o interesse pela vez, enviei o *link* por meio do aplicativo de conversa (*WhatsApp*).

Na entrevista, fiz cinco perguntas aos alunos sobre as atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas e a relação com o curso de agronegócio.

Por meio da primeira pergunta, questionei: De que forma o uso da Modelagem Matemática ajudou você no entendimento de conteúdos matemáticos?. O primeiro entrevistado, o aluno A16 do grupo 3, afirmou que as atividades de Modelagem Matemática foram muito boas, porque pôde trabalhar com fatos reais, enquanto na escola, na maioria das vezes, são trabalhadas questões criadas, sem nenhuma relação com a realidade. Segundo ele, regra de três, razão, proporção, porcentagem e matriz, foram os conteúdos matemáticos que ele conseguiu entender durante o desenvolvimento de seu subtema, pois estavam envolvidos no cálculo de espaçamento entre plantas e tipos de plantio usados no cultivo do abacaxi.

O aluno A5 percebeu que a Modelagem Matemática não envolve apenas a Matemática em si, mas abrange outras disciplinas específicas do curso de agronegócio, como agricultura, zootecnia e logística. Para o aluno A11, foi importante trabalhar com o tema Abacaxi, pois, além de conhecer sobre essa cultura, conseguiu entender alguns conteúdos matemáticos em que tinha dificuldades. Já para o aluno A2, a Modelagem Matemática possibilitou entender que um problema não possui apenas uma solução e isso ficou evidente em sua resposta:

A Modelagem Matemática me possibilitou vários tipos de entendimento, ela me ajudou que um problema não tem só uma resolução, uma forma de ser resolvido, por exemplo se eu não tivesse visto nada de Modelagem Matemática antes, se eu não tivesse entendido o que era Modelagem e eu pegasse o meu problema para resolver e fosse totalmente leigo com o conteúdo, ficaria perdido, pois não saberia por onde começar. Com a Modelagem Matemática percebi que poderiam começar de diversas formas de resolução e não estava errado, pelo contrário estava certo porque existe diversas formas de resolver os conteúdos e vejo sempre o que é mais viável (A2).

Nesse sentido, o aluno A13 respondeu que a Modelagem Matemática ajudou bastante e que futuramente, ao usar da forma mais ampla, vai auxiliar nos cálculos de algumas situações da vida real. O aluno A9 afirmou: *A Modelagem Matemática me mostrou um conteúdo novo que ainda não tinha visto que foi média (Estatística). Então, com esse conteúdo aprendi a calcular a média de temperatura necessária para cultivar o Abacaxi.*

Os alunos ainda apontaram que, durante a realização dos encontros, apareceram conteúdos matemáticos já trabalhados e outros não. Em relação a essa observação, Biembengut (2016) corrobora dizendo que o professor precisa ensinar o aluno a se inteirar sobre o conteúdo curricular que ainda desconhece, mas que se mostra relevante. A autora ainda destaca que, “embora não faça parte do programa curricular da disciplina, se houver tempo disponível e se for conveniente, podemos apresentar também estes conceitos mesmo que informalmente” (p. 199).

O aluno A15 afirmou que, no seu entendimento, alguns conteúdos não serviam para nada porque nunca iria usá-los na vida. Mas, diante das atividades realizadas, em que foram utilizados gráficos, tabelas, matrizes para encontrar a solução do seu problema, comentou: *Em área de construção, a gente usa álgebra e nem sabe que está usando as vezes, ela é necessária em quase todos os aspectos das nossas vidas.*

As observações e os relatos dos alunos ratificam o que descreve Bassanezi (2006, p. 177):

A modelagem de situações-problema envolvendo a realidade cotidiana funciona como elemento motivador para o aprendizado dos alunos. Tal efeito motivador não se reflete apenas no aprendizado da matéria, mas também revela aos alunos a interação que existe entre as diversas ciências...Uma modelagem eficiente permite fazer previsão, tomar decisões, explicar e entender, enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.

A segunda pergunta instigou os alunos a pensarem sobre a relação da matemática com o curso de agronegócio: Em se tratando das atividades que foram desenvolvidas ao longo dos encontros, qual (ais) você considera que melhor se relacionou com o agronegócio?

Nessa pergunta, a maioria dos alunos mencionou o 4º encontro (palestra do EA). Segundo o aluno A11, a palestra do EA trouxe informações desde o plantio do abacaxi até o seu processamento e venda, e isso despertou um interesse maior pelas atividades. O 7º e 8º encontros (socialização dos grupos) também foram citados, pois os alunos pesquisaram, tiraram dúvidas, utilizaram sua criatividade e socializaram com os colegas os resultados encontrados.

O aluno A2 relatou: *Nesses encontros, nós vimos o agronegócio não da forma teórica, mas da forma prática quando temos que pegar uma caneta e resolver o problema.* Isso mostra que os alunos foram envolvidos pela pesquisa a ponto de estabelecerem relação entre seus subtemas e seu curso de origem. Por outro lado, o aluno A5 percebeu que em todos os encontros foi vivenciado o agronegócio, pois em cada subtema havia uma relação, devido à cadeia produtiva do abacaxi.

Sobre essas relações, Burak (1992, p. 62) afirma que:

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões.

Na terceira questão, os alunos foram questionados da seguinte forma: Como a Modelagem Matemática e o tema Abacaxi contribuíram para sua formação no que diz respeito ao agronegócio?

De acordo com as respostas dos alunos, houve contribuição positiva, pois conhecer como funciona a cadeia produtiva do abacaxi foi relevante, por ser um produto muito cultivado e consumido no Estado. O aluno A13 enfatizou que, por meio da Modelagem Matemática, percebeu como o abacaxi é um produto importante para a região e que, como futuro técnicos em agronegócios, ficaria mais atento a cada detalhe, custo e gasto em relação ao produto. Ele respondeu dando ênfase aos gastos na produção: *Acho que isso vai me ajudar futuramente quando eu for calcular algum gasto, perceber alguns detalhes se isso influencia de alguma forma. Cada pequeno gasto acaba tendo no final um impacto muito grande, se ficar atento, consigo ter um resultado melhor.*

Para o aluno A2, a Modelagem Matemática contribuiu como mais uma experiência para seu curso de formação e, além disso, proporcionou envolvimento com os colegas e troca de conhecimentos. Citou ainda que o perfil do curso é basicamente planejar e organizar e que, no decorrer das atividades, essas questões foram enfatizadas. Cabe destacar que, para o aluno A11, a contribuição da Modelagem Matemática para sua formação no curso de agronegócio consistiu na oportunidade de se aprofundar no estudo da cultura do abacaxi, mediante as pesquisas feitas. Disse

também que durante suas aulas “normais”, presenciais, o estudo sobre o abacaxi foi visto de forma muito superficial. Quando decidiu saber sobre os gastos com transportes para o escoamento do abacaxi, foco do seu subtema, pesquisou muito, formulou problemas e depois conseguiu encontrar a resposta. Por isso ele respondeu que trabalhar com Modelagem Matemática foi interessante:

O que eu mais achei interessante, é que tudo isso foi por meio da Modelagem Matemática, baseado nela e depois foi por meio dela, como por exemplo a solução do problema. Quando cada um desenvolveu seus modelos, fui analisando, como que aquilo poderia servir para outras situações, não para aquelas situações que estavam nos exemplos dos colegas, por exemplo fiquei pensando como o modelo do A9 de temperatura ajudaria numa plantação na nossa fazenda experimental do IFAP e assim por diante (A11).

No que tange a essas observações, Bean (2001, p. 52) destaca que “a modelagem oferece uma maneira de colocar a aplicabilidade da matemática”. Essa interação da matemática escolar com a vida do aluno desempenha importante papel nos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que dá sentido ao conteúdo estudado, facilitando a aprendizagem e oferecendo, ao aluno, oportunidades de participação durante as aulas.

Agregando aos outros relatos, o aluno A15 expôs que a Modelagem Matemática ajudou em conteúdos da área técnica, porque percebeu a aplicação de conteúdos matemáticos em diversos processos na produção do abacaxi, desde o plantio até sua comercialização. Já o aluno A5 comentou que inicialmente não tinha gostado do tema geral - o Abacaxi - pois achou algo vago e sem aplicabilidade com a matemática. Mas, com as intervenções durante os encontros e com a palestra do EA, percebeu que matemática e agronegócio andam sempre juntos. Isso fica evidenciado no seguinte comentário:

Para ser sincero, eu não gostei do tema Abacaxi, até comentei com o grupo. A princípio achei um tema muito vago para escolher subtemas. Só que conforme o tempo passou, na correria de criar um subtema e com as instruções que o Senhor dava e tudo mais, depois eu vi que tinha muito a explorar, pois é um produto muito importante para nossa cidade que precisamos conhecer bem. Matemática e agronegócio têm tudo haver sim, principalmente na apresentação final (A5).

Burak (2004, p. 5) menciona que o interesse dos alunos, em uma prática de Modelagem Matemática, ocorre pelo fato de trabalharem com aquilo de que gostam, tornando-se corresponsáveis pela sua aprendizagem. Na Modelagem Matemática, o fato de compartilhar o processo de ensino com o grupo ou grupos faz a diferença, promovendo uma mudança de postura por parte do professor e favorecendo o estabelecimento de relações afetivas entre os alunos e entre o professor e os alunos.

O quarto questionamento foi: Quais atividades desenvolvidas durante os encontros favoreceram o desenvolvimento do seu subtema?

A maioria dos alunos respondeu que um dos encontros principais que norteou suas ideias referentes aos seus subtemas foi o 4º, que contou com a presença do EA. O aluno A16 destacou que a palestra do Engenheiro Agrícola foi essencial para o desenvolvimento de seu subtema, pois abordou vários temas do agronegócio. Em relação ao estudo do tema Abacaxi, ele mencionou: *Estudar fatos reais na prática, buscar, pesquisar várias coisas de um produto aqui da nossa região que eu nunca procurei saber nada dele, foi muito bom saber sobre o Abacaxi.* Apesar de ser um produto típico da região, ou seja, do município de Porto Grande, os alunos não conheciam várias questões relacionadas ao abacaxi (ou talvez nunca tenham tido curiosidade pelo tema). Assim, posso inferir que essa prática pedagógica, que contemplou as pesquisas dos próprios alunos, fomentou conhecimentos mais amplo sobre essa cultura.

Para o aluno A5, ter estudado sobre a cultura do Abacaxi, conectada à Modelagem Matemática, foi enriquecedor, porque foi o ponto de partida para o desenvolvimento do subtema. Ainda segundo ele, na palestra do EA teve a oportunidade de tirar dúvidas referentes ao cultivo do abacaxi já existentes antes de ocorrer o projeto.

Já o aluno A11 citou o 3º encontro, quando foram elaboradas as perguntas que seriam feitas ao EA. Segundo ele, essa atividade foi de extrema importância para o desenvolvimento do subtema, pois abriu um leque de possibilidades. Por exemplo, relatou que o EA comentou sobre “técnicas mercadológicas” e “técnicas ideais para transportes e armazenamento do produto” - foi nesse momento que ele focou mais no seu problema.

É importante ressaltar que, para o aluno A15, o 1º encontro foi a base, pois o grupo já havia decidido o subtema desde lá, acompanhado da orientação do professor. Respondeu também que o 5º encontro foi relevante, pois os grupos foram para salas diferentes e discutiram com seus colegas a respeito dos subtemas, o que, segundo ele, ajudou nas ideias. Destacou ainda que a interação com os colegas também foi algo importante, uma vez que, devido à pandemia, alguns estavam sem contato. O aluno A13 declarou: *Na minha opinião foram as partes que dedicamos a realizar as pesquisas em grupo.*

Em síntese, assim como observado por Rehfeldt et al. (2018), os alunos perceberam mudanças na mediação no decorrer das atividades. A forma de explorar situações-problema, por meio da Modelagem Matemática, apesar de se mostrar difícil no início, devido à autonomia e à

independência oferecida aos alunos na busca por resolução de problemas, com o passar das aulas, se tornou motivação e desafio para os alunos.

Finalizando, o quinto questionamento: Quais os pontos positivos e a melhorar que você considera importante destacar?

Os alunos foram sinceros em suas palavras e, de acordo com a resposta de cada um, pude verificar que todos os alunos participantes gostaram de trabalhar com a Modelagem Matemática. Eles destacaram pontos importantes, como a pesquisa, o tema Abacaxi, o trabalho em grupo, o envolvimento com outras disciplinas específicas do curso, a interação com os colegas mesmo de forma virtual, dentre outros.

Após o término das atividades de Modelagem Matemática, que foram desenvolvidas de forma online, o aluno A16 fez a seguinte declaração:

Como positivo para mim foi aprendizagem, aprender algo novo, já que eu não estava estudando quase nada e também conhecer o nosso próprio produto, abacaxi. A interação de novo com os colegas, já que fazia tempo que não havia por conta da pandemia (Covid-19) e vai nos ajudar nas cargas horárias também. Para mim foi pelos colegas que não tem internet e não puderam participar, achei ruim (A16).

Durante as atividades de Modelagem Matemática, percebi que o aluno A16 tornou-se independente, pois conseguiu buscar informações sobre o subtema e o problema elaborado. Foi um dos alunos que conseguiu concluir suas tarefas com êxito e ajudou os colegas do grupo. O aluno A5 salientou, como algo positivo, as intervenções que eu, como professor, e o EA realizamos durante os encontros. De acordo com A5, fomos atenciosos, fazendo o possível para elucidar suas dúvidas. Também fez referência a alguns alunos que, segundo ele, não levaram a sério as tarefas, pois não conseguiam responder perguntas simples feitas durante as apresentações, destacando um ponto a ser melhorado por eles próprios.

Segundo Brumano (2014), é fundamental que se criem oportunidades, aos alunos, de se expressarem, tendo em vista que é nesse momento que podem emergir diversas questões (matemáticas ou não) que acabam promovendo aprendizagem. Assim, de acordo com Burak (2004), os alunos devem se familiarizar com o tema, cabendo ao pesquisador a criação de um diálogo. Além disso, Sanches (2005) afirma que, com o trabalho cooperativo, passa-se à cooperação, ou seja, privilegiando o incentivo do grupo em vez do incentivo individual, aumenta-se o desempenho escolar, a interação dos estudantes e as competências sociais.

Como algo positivo, o aluno A11 disse que foram incentivados a estudar mais sobre os subtemas o que ajudou a compreender e até mesmo a lembrar disciplinas já estudadas durante o curso:

Ouvíamos falar durante as aulas presenciais sobre cadeia produtiva, logística, espaçamento usado entre plantas, então isso ficava armazenado na mente de uma forma bem resumida e quando a gente se aprofundou mais e prestou bastante atenção nas pesquisas dos outros colegas também, a gente vê também muitos outros conteúdos que a gente havia visto na aula em si (A11).

Esse depoimento mostra o quanto os alunos se envolveram com os subtemas selecionados. Destacaram que aprenderam coisas novas não só na matemática, mas também em outras disciplinas que fazem parte do currículo do curso.

Nos ajudaram também com conteúdo matemáticos porque no agronegócio, a gente precisa de muita matemática. Porque a gente trabalha com gerenciamento financeiro, gerenciamento de valores e quando a gente aplica isso, a gente vê conteúdos que a gente já via em sala e conteúdo que a gente ainda não teve a oportunidade de ver. Isso ocorreu durante os encontros, a gente pesquisa sobre, entende sobre e aplica sobre uma situação que a gente já está se preparando para algo que vai acontecer na nossa profissão de técnico em agronegócio (A11).

Segundo o aluno A11, foram quase inexistentes os pontos a melhorar, porque em todos os encontros conseguiu perceber a presença da matemática e a sua relação com o tema e os subtemas. Salientou apenas algumas atitudes que o incomodaram por parte dos alunos, que, na sua opinião, não focaram tanto nos subtemas.

Dando continuidade à apresentação das respostas dos alunos, o aluno A2 sinalizou positivamente para os encontros, que o levaram a ocupar seu tempo estudando, uma vez que estavam sem aulas por conta da pandemia. Fez referência à produção dos relatórios, ressaltando que foi relevante, pois ajudava a lembrar o que havia produzido naquele dia e isso fixava seu entendimento até o próximo encontro. Mencionou também o momento em que os grupos foram direcionados a salas diferentes, onde puderam interagir com seus colegas. Como ponto a melhorar, comentou que seria bom não deixar o encontro ficar muito extenso, pois acaba ficando cansativo. Em se tratando do aluno A13, o incentivo de querer saber mais foi positivo e interessante:

Acho que durante a execução do projeto, o senhor foi muito bem organizado, percebi seu esforço para aprender, por exemplo as reuniões em salas diferentes na plataforma do Google Meet, estudou para aprender, achei muito interessante. (A13).

Segundo Silva e Silva (2020), a mudança de postura do professor, proporcionada pela natureza das atividades com modelagem, possibilita um clima de colaboração e cooperação entre os agentes do processo, de modo que os alunos tenham autonomia intelectual para se desenvolver, sendo acompanhados pelo professor.

E, quanto a algo que poderia melhorar, o aluno A13 se referiu à atitude dos alunos, incluindo ele mesmo, e colocou a *internet* como principal fator de impedimento da maioria dos outros colegas não terem participado.

O aluno A9 apontou como positiva a pesquisa de novos conteúdos. Apesar de ter contato com o tema Abacaxi na região, ele afirmou que teve oportunidade de conhecer mais sobre essa cultura, e que essas novas descobertas irão ajudá-lo depois de formado. Outro ponto positivo foi ter aprendido a desenvolver o cálculo da média de temperaturas. Considerou que não houve nenhum ponto que pudesse ser melhorado, pois, segundo ele, não teve dificuldades em realizar as atividades propostas, conseguindo entender o objetivo de cada encontro.

Uma resposta interessante foi a do aluno A15, que colocou como positivo o uso da Modelagem Matemática incorporada ao curso de agronegócio. De acordo com A15, foi motivador e lamentou por outros colegas não terem participado por conta do acesso à *internet*.

De ponto positivo para mim foi colocar a modelagem matemática no nosso curso, os encontros foram voltados para o curso de agronegócio. Eu só achei que ficou um tanto injusto com as pessoas que queriam participar, mas não tiveram condições por conta da internet (A15).

Por conta da pandemia da Covid-19, que assola o mundo todo, as aulas presenciais foram suspensas e isso exigiu uma adaptação também da aplicação desta pesquisa. As atividades que foram preparadas no projeto de qualificação seriam desenvolvidas de forma presencial, mas tiveram de ser adaptadas para forma virtualizada (*on line*). Nesse sentido, durante as entrevistas com os alunos, resolvi elaborar mais uma pergunta para fazer referência ao trabalho realizado de forma virtual: Como foi desenvolver Modelagem Matemática de forma virtualizada?

Borssoi, Silva e Ferruzi (2020, p. 298, entendem que:

Colocar o processo de investigação em prática sob orientação do professor pode ser realizado tanto de forma presencial quanto de forma virtual. Para isso, temos considerado o desenvolvimento de atividades investigativas em Ambiente Virtual de Ensino Aprendizagem (AVEA). Isso porque consideramos a necessidade de propor ações que busquem atribuir mais responsabilidade ao aluno quanto a sua própria aprendizagem. Com isso, procuramos analisar o ambiente educacional, contextos de ensino e de aprendizagem, no desenvolvimento de atividades com apoio das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

Segundo o aluno A5, apesar de não gostar do ensino virtual, conseguiu perceber, durante a aplicação das atividades, alguns pontos positivos, como na hora da socialização do problema. Acrescentou que não teve dificuldades em apresentar para os colegas, enquanto na forma presencial ficaria nervoso. Outro ponto positivo foi a rapidez com que as dúvidas eram tiradas - poder fotografar sua dúvida e enviar ao professor, naquele momento, foi essencial. Se fosse na forma presencial, teria de esperar até a próxima aula para conversar com o professor.

O aluno A11 achou que houve mais facilidade, flexibilidade. Tudo fluiu melhor, pois tinham liberdade e mais tempo para pesquisar sobre o tema:

Professor, eu sei que a pandemia é uma coisa bem ruim, mas eu achei que a gente teve uma liberdade a mais para focar no tema, a gente teve um espaço maior de tempo para se dedicar, pesquisar, estudar, apresentar relatório. O senhor era bem compreensivo nos horários, eu acho que seria uma coisa que a gente não teria se tivesse as aulas normais. A gente teria um tempo limitado nas aulas normais, porque ia ter que dar o conteúdo das aulas e depois daria o projeto (A11).

Sobre o uso de ferramentas tecnológicas, Lopes e Pimenta (2017, p. 57) afirmam que

a tecnologia é o principal fator de transformação e crescimento de uma sociedade tecnológica, daí a importância de considerar a inserção de novas tecnologias inteligentes no processo de ensino e aprendizagem, buscando propiciar ao aluno a oportunidade de interagir com esses novos conceitos e práticas educativas que o farão evoluir na mesma proporção que seu meio social e, conseqüentemente, profissional.

Quanto às atividades virtualizadas, elas proporcionaram um viés favorável para o aluno A11. Portanto, a flexibilidade, por conta do acesso à *internet*, foi essencial. Também estar aberto a essas novas formas de conduzir as tarefas de modelagem favoreceu que os alunos tivessem mais responsabilidades e quisessem buscar o conhecimento por meio da pesquisa. Foi-lhes dado apoio e a dinâmica foi compartilhada pelos alunos, como colocou o aluno A11, em parte de sua resposta:

Olha professor, por mais que seja de forma remota, a distância, acho que a gente teve toda assistência possível da sua parte. Sinceramente quando a gente mandava, vou citar meu exemplo, cheguei a mandar relatório para o senhor de madrugada (risos). E, ainda assim o senhor recebeu ou quando enviava uma dúvida, não importava o horário, o senhor sempre respondia e ajudava. Então acho que de certa forma não teve nenhum problema, foi até bom por que o senhor sempre estava disponível, ajudando mesmo que fosse por celular. O senhor mandava vídeos, fotos com as nossas dúvidas e assim por diante (A11).

Diante disso, constatei que o contato direto com o professor, mesmo online, foi essencial para os alunos, pois se tornaram mais autônomos em suas pesquisas. Para o aluno A2, a experiência foi muito boa, uma vez que nunca tinha vivido nada desse tipo e, segundo ele, *isso ajudou a me*

organizar na questão de responsabilidade, arrumar tudo antes para esperar a aula e também, eu acho que tem muito a ver com o orientador. Ele comentou, ainda, que foi uma forma muito bacana de trabalhar a distância, o professor se colocava em nosso lugar e entendeu nossas dúvidas.

Foi importante compreender os alunos neste momento tão angustiante que estamos vivendo, por isso eles se sentiram acolhidos e motivados a realizarem as tarefas propostas. Nesse contexto, Roseira (2010, p. 99) destaca que:

Em meio aos conflitos que são engendrados no ambiente escolar, é necessário que os alunos sejam encarados como sujeitos morais em construção e não apenas como objetos a serem manipulados por outros sujeitos. Do ponto de vista do conhecimento matemático, isto requer que nas práticas pedagógicas dos professores sejam privilegiadas posturas de abertura ao diálogo, de valorização das contribuições individuais e coletivas dos alunos e espaços para discussão, demonstração, refutações e defesa das ideias matemáticas. Dessa forma, teremos o desenvolvimento do conhecimento matemático descolado da ideia de objeto pronto, imutável e atemporal, desempenhando um papel decisivo na construção da autonomia.

Para o aluno A13, a atividade foi proveitosa, pois achou que a forma de receber as orientações e de tirar dúvidas foi muito prática, bem como observou agilidade na comunicação e teve facilidade para resolver os problemas. Ainda mencionou que na forma presencial seria diferente:

Toda essa praticidade em tirar as dúvidas é bem melhor, na minha apresentação foi bem melhor que no IFAP, a gente viria o senhor somente duas vezes na semana e ter que esperar uma semana inteira para falar de novo com o senhor, achei muito mais prático (A13).

Quanto à Modelagem Matemática na forma virtual, observei que favoreceu o envolvimento dos alunos de forma positiva e fomentou o trabalho em grupo, a criatividade e a liberdade de estudar temas de seu interesse. O aluno A15 descreveu:

Achei bastante eficiente, lembrava muito as suas aulas, mesmo sendo virtual, tipo como foram feitas. Mesmo a gente não mostrando o rosto, seria bem eficiente, no presencial seria só apresentar as aulas em slides e dessa forma não fica efetiva. Foi bem interessante e ajudou bastante os alunos no decorrer das aulas, ninguém ficou “voando” no meio das aulas com as dúvidas (A15).

Diante das afirmações dos alunos para esta última questão, entendo, assim como Sasseron (2015), que essa abordagem pedagógica pode estar associada a quaisquer recursos de ensino, dependendo das orientações do professor. Ademais, este trabalho se apoiou na integração de TDIC

para mediar o processo de investigação em um ambiente virtual de ensino e aprendizagem em modelagem matemática.

Portanto, posso inferir, de acordo com os entrevistados, que o uso da Modelagem Matemática despertou interesse em estudar, pesquisar e se relacionar com os colegas. Apesar de estarmos vivendo em plena pandemia, os alunos foram capazes de mostrar, de forma virtualizada, que foi possível pensar em um problema, fazer a pesquisa e desenvolver formas de resolução, bem como apresentar suas conclusões para os colegas.

Os alunos tiveram mais liberdade e independência para desenvolver seus trabalhos e a facilidade de “aproximação” com o professor foi crucial para que se sentissem acolhidos. Apesar de alguns alunos terem enfrentado dificuldades em participar, por conta de acesso à internet, percebi o esforço de cada um que participou em querer aprender coisas novas. Em suma, os alunos gostaram da forma como foram conduzidas as atividades, pois tiveram tempo para aprender mais sobre o abacaxi e tiveram contato com a Modelagem Matemática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com um grupo de alunos do 2º ano do Curso Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio do IFAP - *Campus* Porto Grande (AP), sendo a maioria dos alunos oriundos da zona rural. Inicialmente, as atividades iriam ocorrer de maneira presencial, no entanto, devido à pandemia instalada da Covid-19, as atividades tiveram de ser replanejadas. Dessa forma, foram realizadas totalmente de maneira virtualizada e com recurso da plataforma *Google Meet*, tendo como auxílio o aplicativo de mensagens (*WhatsApp*), durante o segundo semestre letivo de 2020.

Assim, procurei, com esta pesquisa, averiguar quais as implicações pedagógicas do uso da Modelagem Matemática com um grupo de alunos do 2º ano do Curso Técnico em Agronegócio. Nesse sentido, desenvolvi uma prática pedagógica utilizando a Modelagem Matemática como recurso metodológico de ensino, junto à perspectiva de Barbosa (2004b) e Burak (2004).

Com relação ao primeiro objetivo específico, “Identificar relações matemáticas que emergiram do desenvolvimento de uma prática pedagógica com foco na Modelagem Matemática, utilizando a temática “Abacaxi”, com um grupo de alunos 2º ano do curso técnico em agronegócio”, observei que, durante o desenvolvimento das atividades, emergiram algumas relações matemáticas. Destaco os seguintes conteúdos matemáticos: matrizes, estatística, geometria plana, razão e proporção, regra de três, porcentagem, além da análise e interpretação de gráficos e tabelas.

Em relação a esse objetivo, porém, cabe destacar, que alguns alunos tiveram dificuldades em encontrar dados do próprio município em relação à produção do abacaxi, como informações sobre o espaçamento entre cada fruto, gastos e transportes e depois relacioná-los com algum conteúdo matemático. Mas, para os alunos manterem o foco nas atividades, desde o primeiro encontro os orientei a pesquisarem em fontes confiáveis e seguras, pois se tratava de uma pesquisa relevante para seu município. Ressaltei também que nem toda e qualquer informação que está disponível na internet é verdadeira.

Além disso, alguns alunos elaboraram proposições para otimizar aspectos pertinentes em relação ao cultivo e comercialização do abacaxi no município de Porto Grande-AP, tais como, custo com o transporte, insumos, valor de comercialização, manutenção dos meios de transporte, custo de mão de obra, armazenamento do produto, maquinários, inclusive havendo a reflexão com relação a um possível incentivo aos produtores por meio da proposição de parcerias com o poder

público para alavancar a produção no município, a partir da diminuição das despesas com a logística da produção. Ou seja, perceberam que, de alguma forma, poderiam interagir e contribuir com a economia de sua região após sua formação, utilizando como ferramenta seus conhecimentos matemáticos, aliados ao conhecimento técnico obtido pelas disciplinas específicas no decorrer de seu curso.

Como se pode perceber, as atividades propostas para os alunos foram produtivas, desde a criação dos subtemas por eles até a socialização da resolução de seus problemas e análise crítica das soluções. A metodologia usada no desenvolvimento dessas atividades mostrou-se produtiva quanto à utilização de problemas reais nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática. A partir de problemas do dia a dia do aluno, foi possível vincular o conhecimento matemático a outros conhecimentos, o que levou o aluno a desenvolver as habilidades de compreender, interpretar, analisar, argumentar e avaliar situações. Ademais, foram proporcionados momentos para o próprio aluno tirar suas conclusões, tomar decisões e generalizar conceitos.

Nessa metodologia, o professor deve mudar sua postura, orientando e interagindo mais com os alunos, com uma postura mais ativa, questionadora, que muito se aproxima da postura de um pesquisador. O professor que utiliza a Modelagem Matemática precisa ter uma postura diferenciada, pois as situações-problema são, na maioria das vezes, escolhidas pelos estudantes. O aluno passa a ser o protagonista de sua aprendizagem, por isso, deve buscar maneiras de solucionar os problemas que ele mesmo elaborou ou que lhe foi apresentado. Cabe ao professor auxiliar, fazendo com que ganhe mais autonomia e confiança ao utilizar a matemática.

O segundo objetivo específico buscou “Identificar as reações dos alunos diante de atividades envolvendo Modelagem Matemática e o tema Abacaxi”. No início, os alunos apresentaram dificuldades na elaboração de seus problemas. Foi o momento em que precisei intervir, colocando a eles diversos exemplos do nosso cotidiano. Também criei uma sala específica no *Google Meet* para que fossem tiradas suas dúvidas e assim fui atendendo cada grupo separadamente. Disse a eles para pensarem em problemas simples que fizessem jus a seus subtemas, agregando as informações do engenheiro agrícola.

Nesse sentido, destaco a motivação dos alunos em socializarem com os demais suas descobertas e a matemática envolvida em seus trabalhos. Essa conexão com uma situação da realidade proporcionou um novo olhar dos estudantes para a Matemática, vislumbrando-a como constituinte importante na solução de seus questionamentos. Nesse processo de Modelagem

Matemática, percebi mudança significativa na postura dos alunos, que se comportaram não como meros assimiladores de conteúdo, mas como construtores de seus próprios conhecimentos matemáticos.

Pude perceber que os alunos “aceitaram o convite” (SKOSMOVE, 2000) ao serem desafiados a se envolver na prática. E foram desafiados duas vezes: primeiro, sendo convidados a desenvolver atividades de Modelagem Matemática relacionando-as a conteúdos de seu cotidiano; e em segundo plano, sendo direcionados a trabalhar por via remota, modalidade que não estava em seu cotidiano escolar. Esse desafio duplo os estimulou ainda mais na busca por respostas e interação com seus colegas e professor, criando um ambiente, que apesar de hostil, foi favorável aos processos de ensino e de aprendizagem.

É importante destacar a peculiaridade do momento em que a prática foi aplicada, ou seja, ocorreu no período de pandemia, em que os alunos se encontravam isolados em suas casas e, de certa forma, desestimulados com relação às atividades de ensino. Assim, esta prática pedagógica, ao utilizar a ferramenta do *Google Meet*, funcionou como elo entre os alunos, professor e o contexto escolar, tendo se tornado um aspecto favorável à aplicação da metodologia.

No que se refere ao terceiro objetivo específico, “Descrever as vantagens e desvantagens do uso da Modelagem Matemática na prática pedagógica”, como desvantagens observadas na execução das atividades da Modelagem Matemática, posso salientar a questão do tempo demandado para trabalhar os conteúdos foi pouco, devido ter ocorrido de forma virtual. Além disso, outro fator a ser considerado é a não linearidade dos conteúdos matemáticos, o que demanda mais esforço e dedicação do professor para organizar as ideias dos educandos, inclusive tendo que abordar conteúdos ainda não estudados, de maneira mais prática e didática, para efetivar a aplicação da proposta.

No que diz respeito às vantagens, como amplamente abordado neste manuscrito, observei que, ao utilizar a Modelagem Matemática como prática pedagógica, é possível estudar situações-problema por meio da pesquisa, bem como relacioná-las com fatos do cotidiano e necessidades dos estudantes, estimulando-os a desenvolver interesse pelo estudo, motivação e senso crítico. Além de terem aprendido conteúdos matemáticos, estudaram outros conceitos, questões sociais e econômicas (conscientização acerca do desperdício do abacaxi, custos com transportes, custo de mão de obra, comparação entre os custos da produção com outras regiões, entre outras). Pude

observar que na Modelagem Matemática existem vários caminhos para se chegar às respostas, o que a aproxima de outras áreas do conhecimento.

Destaco que precisei reorganizar o planejamento estabelecido no projeto aprovado pela Banca de Qualificação, elaborando outras atividades para adequá-las ao contexto da pandemia e à nova realidade de ensino virtual. *A priori*, o que parecia um entrave, que seria a realização de atividades por via remota, acabou facilitando a comunicação com os alunos, apesar de que muitos não puderam participar pela falta de acesso às tecnologias. Outrossim, saliento que essa falta é devido ao local de estudo ser uma cidade do interior do estado do Amapá, que apresenta peculiaridades quando comparada à capital do Estado.

Por outro lado, caso o estudo fosse realizado novamente, porém de forma presencial, seria interessante os alunos visitarem uma propriedade de abacaxi e acompanharem todo o processo de produção, cultivo, até a comercialização local. Vale também frisar que o ideal seria que, no término da aplicação do estudo, os alunos realizassem um pequeno plantio de abacaxi, como forma de aplicar o conhecimento adquirido durante o estudo, fomentando, com isso, uma produção mais consciente e rentável para suas famílias.

Diante desse contexto e com o intuito de responder à pergunta norteadora que sustentou os objetivos desta dissertação, posso inferir que as implicações de uma prática pedagógica à luz da Modelagem Matemática foram: o despertar do aluno para pesquisa; o trabalho cooperativo na discussão e construção do conhecimento; o contato com novos conteúdos matemáticos e a ressignificação dos já abordados em níveis de ensino anteriores e em outras disciplinas específicas de seu curso técnico em agronegócio; e a necessidade de algumas vivências anteriores à utilização dessa metodologia na perspectiva abordada nesta prática. Além disso, destaco a percepção de como, nesse contexto, as disciplinas específicas do curso de agronegócio dialogam com a matemática e o cotidiano dos alunos, de maneira a encorajá-los a traçarem estratégias de resolução de problemas e a refletirem sobre sua própria postura como estudantes.

Saliento que, apesar dos desafios para a concretização desta dissertação, este trabalho proporcionou “entender na prática” que o meu papel deve ir além de levar o conhecimento matemático para a sala de aula. Cabe a mim, como professor, auxiliar os alunos na construção do conhecimento, orientando-os e tornando o ensino mais proveitoso e a aprendizagem mais instigante e motivadora. Nesse contexto, a matemática não pode ser vista como uma disciplina em que se aprende de forma mecânica e descontextualizada da realidade do aluno e apenas por meio da

memorização de fórmulas. Como educador, percebo que ensinar matemática também é formar cidadãos críticos, capazes de atuar na sociedade nas mais diversas situações, de se posicionar diante de questões pertinentes ao seu convívio social, de atuar como sujeitos ativos nas decisões, influenciando e transformando o contexto da região onde vivem.

Como professor, a partir dessa experiência vivida com o grupo de alunos, pude perceber que é possível incorporar, em minha prática docente, o uso de atividades envolvendo Modelagem Matemática, pois os alunos responderam de forma positiva no que diz respeito à compreensão de conteúdos matemáticos e ao fortalecimento do conhecimento obtido em disciplinas específicas em anos anteriores, durante o Curso Técnico de Agronegócio.

A partir de agora, a ideia é explorar mais a Modelagem Matemática em minhas aulas, observando sempre o tempo demandado e o planejamento. Além disso, após o retorno às aulas em minha instituição, pretendo realizar atividades de maneira integrada com as disciplinas específicas dos cursos técnicos em que atuo, visando estreitar essa “ponte” que articula conteúdos básicos e específicos, a partir da socialização dessa experiência com meus pares.

Como forma de expandir os conhecimentos adquiridos, bem como os resultados que foram encontrados, pretendo socializar o estudo sobre a cultura do abacaxi aos pequenos produtores, em forma de palestras informativas e atividades coletivas. Isso para que eles possam se conscientizar acerca das questões que envolvem o plantio, o cultivo e, principalmente, a comercialização do abacaxi, obtendo mais lucro com o produto e se apropriando de conhecimentos básicos da matemática.

REFERÊNCIAS

ABDANUR, Patrícia; BARBIERI, Daniela. D; BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática: ações e interações no desenvolvimento de um tema. in: **I EPMEM - Encontro Paranaense da Modelagem Na Educação Matemática.**, 2004, Londrina. Anais do I EPMEM, 2004. Disponível em:<file:///C:/Users/Paulo%20Robson/Downloads/2d4976_dacb4bbc82584ec485c2971db347b785.pdf>. Acesso em: 28 de out. 2019.

ADELINO, Paula. R. **Jovens no Ensino Médio Técnico: um olhar a partir das aulas de Matemática.** 2018. 174 f. Tese (Doutorado em Educação e Docência) - Programa de Pós-graduação da Faculdade em Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em:<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-AZRMGS/1/2018paularesendeadelinotesefinal.pdf >. Acesso em: 17 out. 2019.

ALMEIDA, Lourdes. M. W. Um olhar semiótico sobre modelos e modelagem: metáforas como foco de análise. **Zetetiké**, Campinas, v. 18, número temático, p. 379-406, 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646663>. Acesso em: 16 nov. 2020.

ALMEIDA, Lourdes. M. W; DIAS, Michele. R. Um Estudo sobre o Uso da modelagem matemática como Estratégia de Ensino e Aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, n. 22, p. 19- 35, 2004.

ALMEIDA, Lourdes. M. W; SILVA, Karina. P; VERTUAN, Rodolfo. E. **Modelagem Matemática na educação básica.** São Paulo: Contexto, 157p. 2012.

ALVES, Deive. B. **Modelagem Matemática no Contexto da cultura Digital: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio.** 2017. 281f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19902/6/ModelagemMatematicaContexto.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

ANGELINI, Ronaldo; CANTELMO, Osmar. A; PETRERE, Junior. M. Determinação da taxa de consumo de ração pelo pacu *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887, com diferentes tamanhos e sob distintas temperaturas. **Boletim técnico CEPTA**, v. 5, p. 11- 22, 1992.

ARAÚJO, J. de L. A função é contínua ou não? – discussões que decorrem de uma atividade de Modelagem Matemática em um ambiente computacional. In: **Anais do IV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática.** Rio Claro (SP): Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, 2000. p. 47-52.

ARAÚJO, Massilon. J. **Fundamentos de agronegócios.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ARCHER, Márcia. B. **Canteiro de flores: realização e reflexão teórica de um projeto em modelagem matemática no ensino fundamental.** X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível

em: <http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14_RE77.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

AZEVEDO, Maria. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

BACHA, Carlos. J. C. **Economia e Política Agrícola no Brasil** - São Paulo: Atlas, 2004.

BARBOSA, Jonei. C. O que pensam os professores sobre a Modelagem Matemática? **Revista Zetetike**, Campinas, v. 7, 1999. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646835>> Acesso em: 28 ago. 2020.

_____. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253 f. Tese (Doutorado) Educação Matemática. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. São Paulo, 2001a.

_____. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: **Reunião anual da ANPED**, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001b. 1 CD-ROM.

_____. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** Veritati, n. 4, p. 73- 80, 2004a. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

_____. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**, 8. 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBEM, 2004b. Disponível em: <<http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/material/142008-11-01-15-53-24.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

BASSANEZI, Rodney. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto. 2002.

_____. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 24, 24-30. 2006.

_____. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BASTOS, Ticiano. A.; ROSA, Milton. Modelagem na Educação Matemática para o desenvolvimento de conceitos de Análise Combinatória. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros (MG), Brasil v. 4, e202012, p. 1-26, 2020. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/490>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

BATISTA, Andréia. J. **Políticas de Extensão Rural no Estado do Amapá: história, discurso e prática extensionista**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá. 2018. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/ppgmdr/files/2016/03/Andr%c3%a9ia-Jayme-disserta%c3%a7%c3%a3o-final.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BEAN, D. O que é modelagem matemática? In: **Educação Matemática em Revista**. São Paulo, SBEM, v.8, n.9/10, p.49-57, abril, 2001.

BICUDO, Maria. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. **Pro-Proposições**, Campinas, v. 4, n.1 [10]p.16-23.1993.

BICUDO, Maria; VIGGIANI, Aparecida. Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2. ed. São Paulo: Autêntica Editora, 2006.

BIEMBENGUT, Maria. S. **Modelagem matemática e implicações no ensino aprendizagem de matemática**. Blumenau: FURB, 1999.

_____. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. Alexandria. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

_____. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

_____. Modelagem na Educação Matemática, das ideias às proposições oficiais. 2020. **Revista com a Palavra o Professor**. v. 5. n.11. Vitória da Conquista, Bahia. Janeiro-Abril. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/article/view/558>. Acesso em: 21 nov. 2020.

BIEMBENGUT, Maria. S., HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no Ensino**. 5a edição. São Paulo: Editora Contexto, 2018.

BOEMO, Marinela. S; FIOREZE, Leandra. A. Uma aplicação da modelagem matemática na agricultura. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 9, n. 1, p. 33-43, 2008.

BORSSOI, Helena; SILVA, Karina. A. P.; FERRUZI, Elaine C. Ensino por investigação mediado por tecnologias digitais em aulas de matemática. **VIDYA**, v. 40, n. 1, p. 297-313, jan./jun., 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3101/2536>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação-MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. 2000. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 29/10/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/37056285/Bases+climatol%C3%B3gicas_G.R.C_UNHA_Livro_Agrometeorologia+dos+cultivos.pdf/13d616f5-cbd1-7261-b157-351eaa31188d?version=1.0>. Acesso em: 16 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. (2015). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 29/08/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 18/05/2019.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRUMANO, Cleuza E. P. **A modelagem matemática como metodologia para o estudo de análise combinatória**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais. 2014.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional) — Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, Campinas, junho 1992.

_____. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: **I EPMEM -Encontro Paranaense da Modelagem Na Educação Matemática**. 2004, Londrina. Anais do I EPMEM, 2004.

_____. **Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série**. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista, 2012.

_____. Modelagem na Perspectiva da Educação Matemática: Um Olhar Sobre seus Fundamentos. **Revisa Iberoamericana de educacion matemática – UNIÓN**, n. 51, p. 09-26, 2017. Disponível em:<<https://union.fespm.es/index.php/UNION/index>>. Acesso em: 17 set. 2020

_____. A modelagem Matemática na Perspectiva da Educação Matemática: olhares Múltiplos e Complexos. **Educação Matemática sem Fronteiras**, Chapecó, v. 1, n. 1, p. 96- 111, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/EMSf/article/view/10740>>Acesso em: 16set. 2020.

BURAK, Dionísio; SOISTAK, Alzenir. V. F. O conhecimento matemático elaborado via metodologia alternativa da modelagem matemática. 2005. (p. 3). In: **III Congresso Internacional De Ensino Da Matemática**. Canoas, RS: ULBRA.

CANUTO, Antônio. Agronegócio: a modernização conservadora que gera exclusão pela produtividade. **Revista Nera**, v. 7, n. 5. 2004.

CARARO, Elhane. F. F.; VERTUAN, Rodolfo. E. Modelagem Matemática na Educação Matemática: Uma Experiência no Ensino Médio. 2020. ISSN – 1982-4866. **Revista Dynamis**. FURB, BLUMENAU, V.26, N.2, 2020 – P. 100 – 121. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8351>. Acesso em: 16 nov. 2020.

CARVALHO, Claudenilda. M.; OLIVEIRA, Beatriz. S. Educação infantil e modelagem matemática: algumas considerações. In: SOUZA, Ednilson. S. R.; SILVA, Francisco. R. A.; MAFRA, José. R. S. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Amazônica**. 201 p. Belém-PA: RFB Editora, 2020. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/ufopa/comunica/noticias/grupo-de-estudos-da-ufopa-publica-livro-sobre-modelagem-matematica-na-educacao-amazonica/>. Acesso em: 16 nov. 2020.

CARVALHO, Felipe J. R. Modelagem matemática na sala de aula da educação básica: uma possibilidade. **III Encontro paranaense de educação matemática**. Paraná, 2017. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/paper/viewFile/243/110. Acesso em: 21 set. de 2020.

CASTRO, Felipe. S. F; GAMEIRO, Augusto. H; GOMIDE, Catarina. A; FORMIGONI, Ivan. B. Aplicação de modelo matemático para otimização da integração entre agricultura e pecuária. **III Simpósio de sustentabilidade e ciência animal**. 2018. Disponível em: http://paineira.usp.br/lae/wp-content/uploads/2017/12/SISCA_2013_104.pdf. Acesso em: 13 de out. de 2018.

CASTRO, Márcio. G. P. **Os saberes matemáticos tradicionais utilizados nas comunidades agrícolas nos municípios de Porto Grande e Pedra Branca do Amapará no Estado do Amapá**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Paulo%20Robson/Downloads/MARCIO%20GET%20C3%9ALIO%20PRADO%20ODE%20CASTRO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Paulo%20Robson/Downloads/MARCIO%20GET%20C3%9ALIO%20PRADO%20ODE%20CASTRO%20(1).pdf). Acesso em: 23 out. 2019.

CEPEA. Agromensal – CEPEA/ESALQ: **Informações de mercado** (January 2016). Piracicaba: CEPEA, 2016. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 28 out. 2019.

CEPEA. Agromensal – CEPEA/ESALQ: **Informações de mercado** (July 2019). Piracicaba: CEPEA, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 29 out. 2019.

COELHO, Fábio. U. Prefácio. In: **Manual do direito do agronegócio**. São Paulo: Saraiva, 2013.

COSTA, Ademir. B.; OLIVEIRA, Ritiane. F. S.; LOPES, Thiago. B. Uma proposta de Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem de Matrizes. **I JEM – Jornada de Estudos em Matemática – O local e o universo na produção e disseminação do conhecimento matemático.** Marabá/Pará/Brasil, 27 a 30 de outubro de 2015. Disponível em: <https://jem.unifesspa.edu.br/images/Anais/v1_2015/CC_20150840002_Uma_proposta_de_modelagem_matemtica.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

COSTA, Felipe. A.; IGLIORI, Sonia. B. C. Estudo da periodicidade a partir da modelagem matemática à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista de Produção Discente em Educação Matemática**, São Paulo, n.1, pp. 133-145, 2018. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/37067/25294>>. Acesso em: 16 set. 2020.

COSTA, Marcos. V. A. A; SPREAFICO, Elen. V. P. Grafos e sua contribuição para o agronegócio. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 5, n. 1, 2017.

CRUZ, Pedro. A; ROSA, Laina. P; CRUZ, Leandra. C. Utilização de modelos matemáticos na simulação numérica da produção e exportação de soja no tocantins até 2025. **Revista Cereus**, v. 8, n. 3, 2016.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação matemática.** São Paulo Campinas: Sammus Editorial, 1986.

DEMO, Pedro. Pesquisa e informação qualitativa: aportes metodológicos. 5. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DEUS, José. A. L; BARRETO, José. H. B; SOARES, Ismail; SOUZA, Naiara. C. S; SALES, José. A. F; OLIVEIRA FILHO, José. S. Chance matemática na determinação do estado nutricional do amendoim. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 3, p. 351-357, 2012.

DONZELE, Patrícia. F. **Uma noção acerca da escola reflexiva.** 2004. Disponível em: <http://www.direitonet.com.br/doutrina/textos/x/55/77/557/direitonet_textojur_557.doc>. Acesso em: 28 de out. 2019.

DUNCAN, Camila. P. F. R.; STAHL, Nilson. S. P.; COLOMBO, Cristiano. S.; PANISSET, Laura. P. F. R.; SCHRÖETTER, Sandra. M. A utilização da modelagem matemática como metodologia facilitadora e motivadora no processo de ensino/aprendizagem. **LINKSCIENCEPLACE- Interdisciplinary Scientific Journal**, v. 2, n. 2, p. 111-130, 2015. Disponível em: <<http://revista.srvroot.com/linkscienceplace/index.php/linkscienceplace/article/view/97/41>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

DZIADZIO, Siltan. J; MATULLE, Luciano; BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática na Construção de um açude para criação de peixes.** VIII Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática. Cascavel – PR, 18 A 20 de outubro de 2018. Disponível em: <http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPMEM/VIII_EPMEM/paper/viewFile/709/461>. Acesso em: 05 nov. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção Embrapa. **Sistema de Produção da Cultura do Abacaxi para o Estado do Acre**. 56 p. 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100056/sistema-de-producao-da-cultura-do-abacaxi-para-o-estado-do-acre>>. Acesso em: 23 set. 2020.

EMBRAPA. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação brasileiro: Cenário 2002 - 2012/Embrapa**. Secretaria de Gestão e Estratégia. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 92 p. 2003. Disponível em: <http://bbeletronica.sede.embrapa.br/bibweb/bbeletronica/2003/inst/inst_04.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

ESPONDA, Dunia. C; RENDÓN, Yolanda. S; DIEPPA, Vilma. T; ÁLVAREZ, Yolanda. J. **La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola**. Revista Ciências Técnicas Agropecuárias, v. 22, n. 3. p. 81-84, 2013.

FAHL, Joel. I; CARELLI, Maria. L. C; ALFONSI, Eduardo. L; CAMARGO, Marcelo. B. P. Desenvolvimento e aplicação de metodologia para estimativa da produtividade do cafeeiro, utilizando as características fenológicas determinantes do crescimento e produção. In: **Simpósio de pesquisas dos cafés do Brasil**, 4, 2005, Londrina. Anais...Brasília, 2005. CD-Room. 2005.

FERNANDES, Flávio. **A Modelagem Matemática como prática pedagógica no ensino Médio integrado em administração do IFSC – Caçador**. 2016. 141f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Matemática da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó. Santa Catarina. 2016.

FERREIRA, Alex. S. **A Modelagem Matemática aplicada ao estudo da Geometria Plana e Espacial: área, perímetro e volume**. 2020. 94f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, 2020.

FERREIRA, Neuber. S; ROCHA, Marcos. D. Modelagem Matemática no Ensino Médio: Relato de uma experiência para desenvolver competências essenciais da BNCC. **XI CNMEM – Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática - Modelagem Matemática na Educação na Educação Matemática e as Escolas Brasileiras: Atualidade e Perspectivas**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 14 a 16 de novembro de 2019. Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: < <http://eventos.sbem.com.br/index.php/cnmem/2019/schedConf/presentations>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

FERRUZZI, Elaine. C. **Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos superiores de tecnologia**. 2003. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

FLEMMING, Diva. M; LUZ, Elisa. F. **Modelagem Matemática na Educação Profissional**. X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade. Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/CC/T14_CC447.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2019.

FONSECA, João J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.

FREUDENTHAL, H. **Mathematics as an education task**. Dordrecht: Kluwer, 1973.

GAMEIRO, Augusto. H; CAIXETA FILHO, José. V; BARROS, Carina. S. Modelagem matemática para o planejamento, otimização e avaliação da produção agropecuária. In: **Novos Desafios para a Pesquisa em Nutrição e Produção Animal**. Pirassununga: Editora. 2010.

GARCIA, Tânia. C. M; MORAIS, Ione. R. D.; ZAROS, Lilian. G; RÊGO, Maria. C. F. D. **Ensino Remoto Emergencial**. Natal: SEDIS/UFRN, 2020.

GASQUES, José. G.; REZENDE, Gervásio. C; VERDE, Carlos. M. V; SALERMO, Mário. S; CONCEIÇÃO, Júnia. C. P. R; CARVALHO, João. C. S. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. IPEA, Brasília, fevereiro de 2004. (Texto para Discussão nº 1009).

GIL, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GIONGO, Ieda. M.; KUHN, Magali. S. Modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma proposta para o 5º ano. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 25, p. 5-20, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2411/4065>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

GOERCH, Helton. G. C; BISOGNIN, Vanilde. Modelagem Matemática de Objetos Campeiros do Rio grande do Sul. XI Encontro Nacional Educação Matemática - Educação Matemática: Retrospectivas e Perspectivas. Curitiba – PR, 18 a 21 de julho de 2013. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/222_119_ID.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

GÓMEZ, Diver. A. A; MUÑOZ, Mario. F. C; BETANCUR, Luis. F. R. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.21, p.39-58, 2008.

GONÇALVES, Jackson. E; SILVA, Sheldon. W; GONÇALVES, Eliandra. S. O; MELO, Tuane. F. Reflexões atualizadas sobre o contexto do agronegócio brasileiro. **Agroalimentaria**, v. 24, n. 46; p. 89-101, 2018.

GONÇALVES, Tadeu. O. **Formação e Desenvolvimento Profissional de Formadores de professores: o caso dos professores de Matemática da UFPA**. 2000. Tese de Doutorado em Educação – Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252199>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ. **Síntese de informações socioeconômicas do município de Porto Grande – AP**. [Panfleto Impresso]. 2010. Disponível em:<<https://www.portal.ap.gov.br/conheca/porto-grande>>. Acessado em: 22 out. 2019.

GUÉRIOS, Ettiene. C. Da medida Linear à medida Cúbica: uma inter-relação entre os eixos “Grandezas e Medidas” e “Espaço e Forma”. In: **Coletânea de Trabalhos do PRAPEM – VII ENEM**, Publicação do Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática da Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, 2001, p. 33-37.

GUILHOTO, Joaquim. J. M; AZZONI, Carlos. R; SILVEIRA, Fernando. G; ICHIHARA, Silvio M; DINIZ, Bernardo. P. C; MOREIRA, Guilherme. R. C. O Agronegócio Familiar no Brasil e nos seus Estados: A Contribuição a Agricultura Familiar para a Riqueza Nacional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247853024_A_importancia_do_agronegocio_familiar_no_Brasil/link/0c96052976b7129294000000/download>. Acesso em 07 set. 2019.

GUIMARÃES, Helder. A.; RAMBO, José. R.; LAFORGA, Gilmar.; SANTOS, Paulo. R. J. Análise Econômica e Custo de Produção de Abacaxi: estudo de caso em Tangará da Serra, Estado de Mato Grosso, 2016. **Informações Econômicas**, SP, v. 47, n. 4, out./dez. 2017.

GUINDANI, Ari. A; GUINDANI, Roberto. A; CRUZ, Alisson. W; MARTINS, Tomas. S. **Planejamento estratégico orçamentário: série administração estratégica**. Curitiba: IBPEX, 2011.

HALISKI, Antonio. M.; RUTZ, Sani. C.; PIATTI, Luiz. A. **Uma experiência com a essência da modelagem Matemática através da construção de maquete**. 2009. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/10%20Ensinodematematica/Ensinodematematica_artigo26.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.

HEIN, Nelson; RODRIGUES JUNIOR, Moacir. M.; CORRENTE, Paulo. R. D. **Avaliação de áreas para construção de conjuntos habitacionais - um modelo matemático de uma tragédia natural para o ensino**. X encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade. Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível em: <http://www..lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14_RE1473.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2019.

HEREDIA, Beatriz; PALMEIRA, Moacir; LEITE, Sérgio. P. Sociedade e Economia do “Agronegócio” no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. Vol. 25 n° 74. 2010.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2014.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Elaborado no Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário de 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola – Lavoura Temporária, 2018.**

_____. Censo agropecuário de 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap.html>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

_____. **Produção Agrícola - Lavoura.** 2018. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 22 set. 2020.

IFAP. Projeto Pedagógico do Curso. (2017). **Curso Técnico de Nível Médio em Agronegócio, na forma integrada, regime integral.** Disponível em: <http://porto.ifap.edu.br/images/RESOLUCAO_N_119_2017_CONSUP.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

IORIS, Antônio. A. R, The politico-ecological economy of neoliberal agribusiness: displacement, financialisation and mystification. **Area**, v. 48, n.1, p. 84–91, 2016.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **O Perfil da Agroindústria Rural no Brasil Uma análise com base nos dados do Censo Agropecuário 2006.** Brasília, 2013.

KLUBER, Tiago. E. Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: BRANDT, C. F., BURAK, D., and KLÜBER, T. E. (Orgs). **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações.** 2. ed. rev. ampl. Ponta Grossa, Editora. UEPG, 2016.

LAPPE, Darlan. **Transformações nas concepções de alunos do Ensino Médio Técnico sobre Matemática e Agricultura.** 2018. 96f. Dissertação (PROFMAT) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTraviewTrabalhoCo.jsf?popup=true&id_trabalho=6383616>. Acesso em: 17 out. 2019.

LAZZARI, Vanderlei. D; NIERADKA, Izoete. M. A; LÜBECK, Kelly. R. M. **A matemática na agricultura - As práticas da agricultura motivando o ensino de matemática na 6ª série.** 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2417-8.pdf>> Acesso em: 15 de outubro de 2018.

LIMA, Jeane. A; SANTOS, Alayde. F. A Modelagem Matemática como metodologia de ensino: um relato de experiência no PIBID. In: **ENEM – XII Encontro Nacional de Educação Matemática,** 2016. Disponível em:<http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5913_3247_ID.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

LOPES, Priscila A.; PIMENTA, Cintia C. C. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: Benefícios e desafios. **Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica.** V. 3, p. 52-66, 2017.

LORIS, Antônio. A. R. Agribusiness in Brazil: The narrative drives on. Revista **NERA**, São Paulo, Ano 19, n. 33, p. 139-154. 2016. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/search/search?simpleQuery=Antonio+Augusto+Rossotto+Ioris&searchField=query>>. Acesso em: 23 out. 2019.

MACHADO, Stella. C. S. **A agricultura familiar e políticas públicas como instrumentos para o desenvolvimento local: o cultivo do abacaxi no município de Conceição do Araguaia-PA.** Dissertação (Mestrado) do Programa de Pós-Graduação dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local – Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/7634>>. Acesso em: 16 set. 2020.

MALHEIROS, Ana. P. S. Contribuições de Paulo Freire para uma compreensão do trabalho com a Modelagem na Formação Inicial de Professores de Matemática. **Boletim Gepem**, [s.l.], n. 64, p.1-12, jun. 2014.

MANTAI, Rubia. D; SCREMIN, Osmar. B; MAROLLI, Anderson; SCREMIN, Ari. H; MAMMANN, Angela. T. W; SILVA, José. A. G; RETZLAFF, Eliane; PRESTES, Rosangela. F; DUTRA, Ana. M. R; FRANZIN, Rozelaine. F. Produtividade de Grãos de Aveia pela Adubação Nitrogenada e Análise de Componentes Adaptativos. **SBMAC – Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional**, Vol. 5, N. 1, 2017.

MARINI, José. A. **Principais produções agrícolas dos estabelecimentos familiares do Estado do Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 2015.

MATHEUS, Sonia. M. G.; KATO, Lílian. A. **Despertando o interesse pela Matemática: Relato de uma atividade de Modelagem Matemática.** 2018. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_sonia_maria_gabriel_matheus.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

MENDES, Judas. T. G. **Agronegócio: uma abordagem econômica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MERLIM, Gabrielle R. S. R. **Modelagem Matemática no Ensino Médio: um panorama de estudos e suas contribuições.** 105f. Dissertação (Mestrado) em Educação - Universidade do Vale do Sapucaí. Pouso Alegre-MG. 2020. Disponível em: <<http://www.univas.edu.br/me/docs/dissertacoes2/171.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

MICHAELIS, Henriette. **Moderno dicionário da língua portuguesa.** 7. ed. São Paulo: Editora Melhoramentos. 2014.

MIGUEL, Ivania. C; NATTI, Paulo. L. **Uma proposta de modelagem matemática aplicada à produção da farinha de trigo.** 2018. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1498-8.pdf>>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

MIOR, Luiz. C. **Agricultores familiares, agroindústrias e redes de desenvolvimento rural**. Chapecó: Argos, 2005.

MOROZ, Melania; GLANFALDONI, Monica. H. T. A. **Projeto de Pesquisa: iniciação**. Brasília: Plano, 2002.

MOUSINHO, Francisco. E. P; COSTA, Raimundo. N. T; SOUZA, Francisco; FILHO, Raimundo. R. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Irriga, Botucatu**, v. 8, n. 3, p. 264-272, set-dez, 2003. Disponível em: < <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3141>>. Acesso em: 07 de fev. 2020.

NASCIMENTO, Rafaela. D. Modelagem Matemática e Física: um estudo sobre a elevada temperatura na sala de aula. **XII Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades**. São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016 - Relato de Experiência. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5171_3528_ID.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

NASCIMENTO, Rafaela. S. B. **A Modelagem Matemática como proposta pedagógica na perspectiva do ensino da matemática em ambientes informatizados no ensino médio**. 2020. 138f. Dissertação (Mestrado) – Maestría em Ciencias de La Educación, Universidad Autónoma de Asunción, Asunción, Paraguay. Disponível em: <http://revistacientifica.uaa.edu.py/index.php/repositorio/article/view/882>. Acesso em: 16 nov. 2020.

NISS, Mogens.; BLUM, Werner.; GALBRAITH, Peter. L. Introduction. In: BLUM, W.; GALBRAITH, Peter.; HENN, Hans. W.; NISS, Mogens. (Eds.) **Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study**. New York: Springer, 2007. p.3-32. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr&id=XICuY-BFaHYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Modelling+and+Applications+in+Mathematics+Education.+The+14th+ICMI+Study&ots=hnAsmYIlnh&sig=n1UG7PO87I24NyOc42ooIovJ4dI#v=onepage&q&f=false> >. Acesso em: 16 nov. 2020.

NORONHA, Claudianny. A.; PEREIRA, Ducival. C.; ALVES, Fábio. C. Modelagem Matemática e suas Possibilidades. Revista **COCAR**, Belém, Edição Especial N.3, p. 187 a 206 – Jan./Jul. 2017. Disponível em: < <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/1169>>. Acesso em: 16 set. 2020.

NUNES, Tiago. M. **Modelagem e Simulações Computacionais: Uma abordagem para o Ensino de Gases e Termodinâmica no Ensino Médio**. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação no Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174273/344576.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>>. Acesso em: 17 out. 2019.

OLISZESKI, Carlos. A. N.; COLMENERO, João. C. Definição de parâmetros para a construção de modelos de planejamento agrícola: um cenário para otimização de processos agroindustriais. **Revista gestão industrial**, v. 06, n. 02, p. 45-68, 2010.

OLIVEIRA, Antônio, D. S.; MAYORGA, Maria. I. O OS IMPACTOS DA PARTICIPAÇÃO DO ATRAVESSADOR NA ECONOMIA DO SETOR AGRÍCOLA: Um estudo de caso. **XLIII Congresso da Sober** “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. Ribeirão Preto, 24 a 27 de julho de 2005. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/5335>>. Acesso em: 29 set. 2020.

OLIVEIRA, Denise. A. **Estimativa da produção de café por meio de índice fenológico**. 2007. 28f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras, 2007.

OLIVEIRA, Guilherme. S.; ARANTES, Margareth. G. R.; PIRES, Rogério. S.; SAAD, Núbia. S. A Modelagem Matemática e o processo de ensino-aprendizagem na educação de alunos cegos. **Cadernos da Fucamp**, v.19, n.39, p.1-14/2020. Disponível em: <<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/2143>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

OLIVEIRA, Laís. L. S; CONCEIÇÃO, Elizeu. J; BARBOSA, Rodney. A. **Aprendendo matemática por meio da modelagem matemática aplicada a cultura do maracujá**. 2018. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/APREDENDO-MATEM%C3%81TICA-POR-MEIO-DA-MODELAGEM-MATEM%C3%81TICA-APLICADA-A-CULTURA-DO-MARACUJ%C3%81.pdf>>. Acesso em: 29 de out. 2019.

OLIVEIRA, Luiz. F. C; BONOMO, Robson; CORTÊS, Fernando. C. Desenvolvimento matemático de uma equação para estimativa da capacidade de campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 1, p. 65-69, 2001.

OLIVEIRA, Wellington P. Prática de modelagem matemática na formação inicial de professores de matemática: relato e reflexões. **Revista brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, n. 249, p. 503-521, maio/ago. 2017.

PARAIZO, Ricardo. F. **Aprendizagem pela Modelagem Matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio**. 344f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Pósgraduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP – Campus de Bauru. São Paulo. 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares de matemática para as séries finais do ensino fundamental e para o ensino médio**. 82f. Curitiba: SEED, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_mat.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PARIZI, Ana. R. C. **Funções de produção das culturas de milho e feijão através de estudo experimental e simulado**. 205f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010.

PEREIRA, Luciana. B. C.; JUNIOR, Guataçara. S. **O ensino de matemática nas ciências agrárias: possíveis aproximações interdisciplinares**. 2018. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/O-ENSINO-DE-MATEMATICA-NAS-CI%C3%80NCIAS-AGR%C3%80RIAS-POSS%C3%80DVEIS-APROXIMA%C3%87%C3%95ES-INTERDISCIPLINARES.pdf>>. Acesso em: 14 de out. 2018.

PEREZ, Jeferson. F. **O trabalho com modelagem matemática em sala de aula: o significado da pesquisa na perspectiva do aluno**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

PEREZ, Jeferson. F., PAULO, Rosa. M. Modelagem Matemática: possibilidades para um trabalho em sala de aula. **Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré**, v. 12, n. 2, p. 2-16, 2015. Disponível em: <<http://revistaqualis.sumare.edu.br/index.php/revista/article/view/24/59>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

PIAIA, Francieli.; SILVA, Vantielen. S. O ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: sobre o uso da modelagem matemática. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática** – Regional São Paulo, v. 16, n. 21, p. 88-100, jan. /abr. 2019.

PINHEIRO, Tássia C. S.; ALVES, Fábio J. C.; SILVA, Maria P. S. C. Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: a análise de registros de representação semiótica em atividade de modelagem matemática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 97, n. 246, p. 339-355, 2016.

PONTE, João. P. Estudo de caso em educação matemática. Universidade de Lisboa, 2006. **Bolema**, São Paulo, v. 19, n. 25, p. 1-23, 2006.

PONTE, João. P. **Investigações matemáticas e Investigações na prática profissional**. In GTI (Org), investigar a nossa própria prática (pp. 57). Edição 1. Lisboa: APM. 2018.

QUARANTA, Giovanni. Agricultura de Sequeiro. **Lucinda: Land Care in Desertification Affected Areas**, 1999. Disponível em: <<http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccd-PT/ond/lucinda/Lucinda>>. Acesso em: 25 set. 2020.

REHFELDT, Márcia J. H.; NEIDE, Italo G., BÖCKEL, Wolmir J.; BROILO, Ana P.; PISCHING, Isabel; HEINEN, Camila A.; KÖNIG, Rosilene I. Modelagem matemática no ensino médio: uma possibilidade de aprendizagem a partir de contas de água **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 9, n. 1, p. 103-121, 2018.

RENNÓ, Francisco. P. Avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. Tese (Doutorado em Zootecnia). 131p. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

RENZ JÚNIOR, Helton. **A Importância da Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem**. 2015. 62f. Dissertação (PROFMAT) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás Regional Catalão, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4706/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Herton%20Renz%20J%C3%BAnior%20-%202015.pdf>> Acesso em: 17 set. 2020.

RESENDE, Osvaldo; SIQUEIRA, Valdiney. C; CORRÊA, Paulo. C; AFONSO JUNIOR, Paulo. C. Modelagem matemática da secagem do café (*coffea canephora* Pierre) em terreiros de concreto e híbrido. In: **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, p. 1-6, Araxá-MG. 2011.

RICHARDS, Peter. D; MYERS, Robert. J; SWINTON, Scott. M; WALKER, Robert. J. Exchange rates, soybean supply response, and deforestation in South America. **Global Environmental Change**, v.22, n.2, p.454-62, 2012.

ROCHA, Kátia. L. S; BISOGNIN, Eleni. **A modelagem matemática e a educação ambiental no estudo da função afim**. X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14_RE827.pdf>. Acesso em 15 jan. 2019.

RONDON, Edgar. O. O; MURAKAMI, Alice. E; SAKAGUTI, Eduardo. S. Modelagem computacional para produção e pesquisa em avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.199-207, 2002.

ROSEIRA, Nilson A. **Educação matemática e valores: das concepções dos professores à construção da autonomia**. Brasília, DF: Liber Livro, 2010.

SANCHES, Isabel. Compreender, agir, mudar, incluir: da investigação-ação à educação inclusiva. **Revista Lusófona de Educação**, v. 5, n. 5, p. 127-147, 2005.

SANTOS FILHO, Luiz. C. A Matemática do Agronegócio: contribuições para uma aprendizagem signific(ativa). In: SILVA, Sandra. P. et al. (Orgs.). **METODOLOGIAS ATIVAS: Relatos de Experiências do Centro Paula Souza**. Editora Fibra. Jundiaí/SP, 2019. v. 1. p. 55-60. E-book. Disponível em: <<http://forum.cpsctec.com.br/livros/1557973760.pdf#page=55>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SANTOS, Jonas.; NEVES, Frank. P. L.; MADRUGA, Zulma. E. F. Modelagem Matemática e o Funcionamento do Velocímetro. **Revista Intersaberes**. v. 15, n. 34. 2020. Disponível em: <<https://uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1666>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SASSERON, Lúcia H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, 17(especial). 49-67, 2015.

SCHNEIDER, Elton. I; SUHR, Inge. R. F; ROLON, Vanessa. E. K; ALMEIDA, Claudia. M. Sala de Aula Invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning. **Revista Intersaberes**. vol. 8, n.16, p.68-81, jul. – dez. 2013, ISSN 1809–7286. 2013.

SCHÖNARDIE, Belissa. **Modelagem Matemática e introdução da função afim no ensino fundamental**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SEBRAE AMAPÁ. Agronegócios no Estado do Amapá: uma oportunidade de negócio. 2019. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/agronegocios-no-estado-do-amapa-uma-oportunidade-de-negocio,79e51984f843f510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 23 out. 2019.

SERRA, Ademar. P; MARCHETTI, Marlene. E; VITORINO, Antônio. C. T; NOVELINO, José. O; CAMACHO, Marcos. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2010.

SILVA, Cíntia; OLIVEIRA, Amanda. F; JERONIMO, Lays. S. Uma atividade de Modelagem Matemática utilizando o Software Tracker. **XI CNMEM – Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática - Modelagem Matemática na Educação na Educação Matemática e as Escolas Brasileiras: Atualidade e Perspectivas**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 14 a 16 de novembro de 2019. Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: <<http://eventos.sbem.com.br/index.php/cnmem/2019/schedConf/presentations>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

SILVA, Fábio. C; BERGAMASCO, Alessandra. F. Levantamento de modelos matemáticos descritos para a cultura da cana-deaçúcar. **Revista Biociências**, v.7, n.1, p.7-14, 2001.

SILVA, Joana. A. S; PEREIRA, Emanuela. F; SANTOS, Núbia. A; SANTOS, Silmare. S; DINIZ, Leandro. N. **Uma investigação na agricultura familiar utilizando a modelagem matemática**. X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T14_RE1887.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SILVA, Karina. A. P; BORSSOI, Adriana. H; ALMEIDA, Lourdes. M. W. Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia. **R. B. E. C. T.**, vol 8, núm. 1, jan-abr. 2015.

SILVA, Manoel B. C.; SILVA, FRANCISCO R. A. Modelagem matemática e tecnologias educacionais. In: SOUZA, Ednilson S. R.; SILVA, Francisco, R. A.; MAFRA, José R. S (Org.). **Modelagem matemática na educação Amazônica**. 1ª ed. Belém, Editora RFB. 2020.

SILVA, Noemita. R.; ALMEIDA, José. J. P. Modelagem matemática: uma alternativa metodológica para o ensino básico. **Research, society and development**. v. 5, n. 3, p. 01- 14, 2019. Disponível em:< <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/805>> Acesso em: 17 set. 2020.

SILVA, Sebastião. R. **O uso da Modelagem no Ensino de Funções na Educação Básica**. 69f. Dissertação (PROFMAT) – Pós-Graduação de Mestrado Profissional de Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Amapá, Macapá-Amapá. 2014. Disponível em: <

<https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/O-USO-DA-MODELAGEM-MATEM%C3%81TICA-NO-ENSINO-DE-FUN%C3%87%C3%95ES-NA-EDUCA%C3%87%C3%83O-B%C3%81SICA.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2019.

SILVA, Silvana. C.; MADRUGA, Zulma. E. S. C.; SILVA, Flaviana. S. Modelagem Matemática como Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Função Quadrática. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática** – Regional São Paulo, v. 16, n. 21, p. 101-118, jan. /abr. 2019. Disponível em: <<https://www.revistasbemsp.com.br/REMat-SP/article/view/214>>. Acesso em: 21 set. 2020.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática Crítica: A questão da democracia**. 3ª ed. Campinas: Papirus, 2006 (Coleção Perspectivas em Educação Matemática), 160 p.

SKOVSMOVSE, Ole. Cenários para Investigação. In: **Bolema**, ano 13, n.14, pp.66-91. 2000.

SOARES, José. A. R. Modelagem Matemática como estratégia de Ensino de tópicos de Estatística na formação Básica Técnica. 2017. 73 f. Dissertação (PROFMAT) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/894/1/Jos%c3%a9%20Ailton%20Rodrigues%20Soares%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.

SOARES, Tamires. C; JACOMETTI, Márcio. Estratégias que agregam valor nos segmentos do agronegócio no brasil: um estudo descritivo. **Revista eletrônica de estratégia & negócios**, v.8, n.3, 2015.

SOUZA, Gilson. L. R. **História do Agronegócio no Brasil**. Folha Acadêmica do CESG. n. 13. Jan-mar. p. 13-15. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/folhaacademica/article/view/353/476>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2005.

TEIXEIRA, Paulo. C. M; SILVA, Allana. S. **Uma aplicação da modelagem matemática, em uma pequena propriedade rural**. X Encontro Nacional de Educação Matemática Educação: Matemática, Cultura e Diversidade Salvador – BA, 7 a 9 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/CC/T14_CC497.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

THOLON, Patrícia; QUEIROZ, Sandra. A. Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento genético animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2261-2269, out, 2009.

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: < <https://www.unijui.edu.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

URANO, Eliane. O. M; KURIHARA, Carlos. H; MAEDA, Shizuo; VITORINO, Antônio. C. T; GONÇALVES, Manoel. C; MARCHETTI, Marlene. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1421-1428, 2006.

VERTUAN, Rodolfo. E.; ALMEIDA, Lourdes, M. W. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1070- 1091, 2016. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema>>. Acesso em: 16 set. 2020.

VILCKAS, Mariângela. **Determinantes da tomada de decisão sobre as atividades produtivas rurais: proposta de um modelo para a produção familiar**. 2004. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.

WADT, Paulo. G. S. **Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. 1996, 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1996.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Tradução Daniel Grassi. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZONTINI, Laynara. R. S.; BURAK, Dionísio. A Sala de apoio à Aprendizagem como espaço para a Modelagem Matemática: compreensões sobre o olhar dos professores. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática** – Regional São Paulo, v. 16, n. 21, p. 135-53, jan. /abr. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Ao senhor Diretor Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amapá – *Campus* Porto Grande

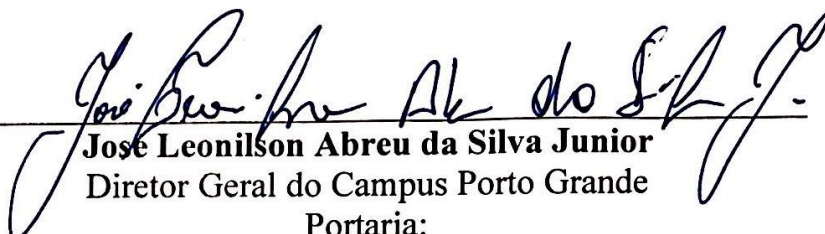
Eu, Paulo Robson Pereira da Cunha, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - Univates de Lajeado, RS, venho, por meio deste, respeitosamente, solicitar a autorização de Vossa Senhoria, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO MÉDIO”, na referida Instituição de Ensino, por meio de coleta de dados através de entrevistas e instrumentos necessários, conforme Projeto de Pesquisa que se encontra em anexo. O objetivo geral desta pesquisa é “Analisar quais as implicações pedagógicas do uso da Modelagem Matemática com um grupo de alunos do 2º ano do curso técnico em Agronegócio”, do ano letivo de 2020, relativamente ao 2º semestre.

Afirmo, ainda, que a coleta de dados pretende ser realizada por meio de observações, entrevistas, filmagens de aulas e atividades junto aos alunos do 2º ano do curso técnico em agronegócio na forma integrada desta instituição. Ressalto que os discentes só participarão da Pesquisa, após a assinatura do Termo de Consentimento, sendo que o de menor de idade, pelo seu responsável legal. Saliento a contribuição e relevância da pesquisa para o desenvolvimento do ensino de Matemática no referido *Campus*.

Solicito, ainda, a utilização expressa do nome, imagem e sigla da Instituição de Ensino, para fins de referenciar no texto definitivo da Pesquisa que irá para a qualificação, bem como na escrita da Dissertação e demais textos técnicos-científicos decorrentes da pesquisa.

Pelo presente termo de concordância, concedo a utilização expressa do nome e sigla da Instituição de Ensino para os fins requeridos Cf. Termo de Concordância, e declaro que autorizo a realização da pesquisa com os alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – *Campus* Porto Grande.

Porto Grande, 05 de novembro de 2019.



José Leonilson Abreu da Silva Junior
Diretor Geral do Campus Porto Grande
Portaria:



Paulo Robson Pereira da Cunha

Aluno do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas – Univates

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para esta pesquisa intitulada **MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO MÉDIO**, que será desenvolvida de forma virtualizada com o auxílio da Plataforma do *Google Meet* com um grupo de alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – *Campus Agrícola Porto Grande-AP*, venho, por meio deste documento, convidá-lo a participar desta pesquisa. Esta faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, tendo como Orientadora a Professora Dr^a. Marli Teresinha Quartieri.

Desse modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), ficará ciente de que, a partir da presente data:

- Os direitos da entrevista respondida, dos apontamentos registrados no diário de campo e das filmagens de aulas realizada pelo pesquisador, serão utilizados integral ou parcialmente, sem restrições.
- Estará assegurado o anonimato nos resultados dos dados obtidos, sendo que todos os registros ficarão de posse do pesquisador por cinco anos e após esse período serão extintos.

Será garantido também:

- Receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa.
- Retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nenhum risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari - Univates, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Paulo Robson Pereira da Cunha

Pesquisador: Paulo Robson Pereira da Cunha
paulo.cunha@universo.univates.br

Participante da pesquisa

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS

Universidade do Vale do Taquari – Univates
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas – PPGECE
Mestrando: Paulo Robson Pereira da Cunha

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - Entrevista

Tendo como base as atividades realizadas durante a execução da pesquisa intitulada **“Modelagem Matemática: Uma proposta pedagógica para o ensino médio técnico”**, responda às questões abaixo:

- 1) De que forma o uso da Modelagem Matemática ajudou você no entendimento de conteúdos matemáticos?
- 2) Em se tratando das atividades que foram desenvolvidas ao longo dos encontros, qual (ais) você considera que melhor se relacionou com o agronegócio?
- 3) Como a Modelagem Matemática e o tema Abacaxi contribuíram para sua formação no que diz respeito ao agronegócio?
- 4) Quais atividades desenvolvidas durante os encontros favoreceram o desenvolvimento do seu subtema?
- 5) Quais os pontos positivos e a melhorar que considera importante destacar?
- 6) Como foi desenvolver Modelagem Matemática de forma virtualizada?



UNIVATES

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09