



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
EDERSON FLORENCIO SCOTTI
HIGOR COELHO SACCON

A MODELAGEM MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA:
UMA APLICAÇÃO NO CULTIVO DO TABACO

Tubarão/SC
2020

EDERSON FLORENCIO SCOTTI
HIGOR COELHO SACCON

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA:
UMA APLICAÇÃO NO CULTIVO DO TABACO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. MSc. Mário Selhorst.

Tubarão/SC

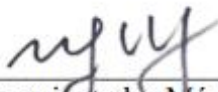
2020

EDERSON FLORENCIO SCOTTI
HIGOR COELHO SACCON

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA:
UMA APLICAÇÃO NO CULTIVO DO TABACO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Licenciado em Matemática e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 08 de dezembro de 2020.



Professor e orientador Mário Selhorst, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof.^a Vanessa Soares Sandrini Garcia, Msc.
Instituto Federal de Santa Catarina



Assinado digitalmente por CARLOS
AUGUSTO ZILLI 04236880994
CN=C=888, OU=CP-Brasil, OU=Secretaria
da Receita Federal do Brasil - RFB,
OU=RFB e-CPF A1, OU=IM BRANCO,
OU=1385320300195, CN=CARLOS
AUGUSTO ZILLI 04236880994
Razão: Sou eu o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura
ipat
Data: 2020-12-12 15:59:52
Font Reader Versão: 10.0.1

Prof. Carlos Augusto Zilli, Msc.
Instituto Federal de Santa Catarina

Dedicamos este trabalho as nossas famílias e amigos que sempre nos incentivaram a conquistar nossos sonhos e ideais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por ter-nos proporcionado a oportunidade de partilhar, confiar e trabalharmos juntos e assim concluíssemos esta monografia.

Às nossas famílias que sempre estiveram ao nosso lado, apoiando e incentivando para que nunca perdêssemos a esperança e o foco em concluir com mérito o curso.

Ao nosso orientador Prof. Mário, que foi de fundamental importância na construção do trabalho, auxiliando-nos sempre que preciso, proporcionando-nos momentos de reflexão e de auto avaliação sobre tudo o que tínhamos que ler e escrever, para que assim, o trabalho ficasse digno de um graduando em licenciatura em Matemática.

A todos os demais professores que fizeram toda a diferença na construção do que somos hoje. Tivemos mais que professores, ganhamos da Universidade grandes amigos e futuros colegas de profissão, por esse motivo somos muito gratos também à instituição de ensino: Unisul.

E por fim, mas não menos importantes, aos nossos colegas das diversas turmas pelas quais passamos, mas em especial aos egressos de 2017/1, que juntos percorremos um lindo caminho até aqui.

E não poderia faltar um agradecimento mútuo a nós mesmos, que juntos passamos quatro anos de muita dedicação aos estudos, de dificuldades e alegrias e concluímos esta monografia com espírito de dever cumprido e preparados para enfrentar futuros desafios.

“Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo que você sabe”. (Aldous Huxley, 1894-1963)

RESUMO

Vivem-se tempos em que a informação gira numa velocidade incrível e os avanços tecnológicos acompanham essa velocidade, e é pensando nisso que é preciso desenvolver e melhorar a qualidade dos métodos de ensino, principalmente o ensino da matemática. Sendo assim, a presente pesquisa faz um apanhado sobre as novas tendências do ensino da matemática, e dentre elas está a Modelagem Matemática. Nesse trabalho teve-se como objetivo geral explorar as potencialidades da Modelagem Matemática no processo de ensino-aprendizagem, discutindo suas relações e demonstrando que a Matemática pode ser vivenciada fora do ambiente escolar, e com uma metodologia diferente e significativa, por meio da qual o aluno compreende o conteúdo utilizando-o na prática. Apresentam-se as técnicas de Modelagem Matemática, com suas definições e a metodologia adotada para aplicabilidade em sala de aula. A pesquisa é de natureza básica, explicativa, qualitativa, bibliográfica e de campo. O objeto de pesquisa foi a propriedade do Sr. José Carlos Saccon, na comunidade de Rio Laranjeiras, no interior do município de Orleans, sul de Santa Catarina, de modo que a efetivação deste trabalho tivesse como propósito a utilização da matemática no cultivo do tabaco. Com os dados coletados *in loco* e depois de muita leitura, expõem-se algumas situações problemas decorrentes da fumicultura para a exploração da aplicabilidade do método de modelagem matemática como resultado, esperando que seja inspirador a outros docentes para que a evolução no modo de ensinar seja constantemente melhorada.

Palavras chaves: Modelagem. Matemática. Ensino. Fumicultura.

ABSTRACT

We live in times when information rotates at an incredible speed and technological advances follow this speed, and it is with this in mind that it is necessary to develop and improve the quality of teaching methods, especially the teaching of mathematics. Therefore, this research provides an overview of the new trends in the teaching of mathematics, and among them is Mathematical Modeling. In this work, the general objective was to explore the potential of Mathematical Modeling in the teaching-learning process, discussing its relations and demonstrating that Mathematics can be experienced outside the school environment, and with a different and significant methodology, through which the student understands the content using it in practice. Mathematical Modeling techniques are presented, with their definitions and the methodology adopted for applicability in the classroom. The research is of a basic, explanatory, qualitative, bibliographic and field nature. The object of research was the property of Mr. José Carlos Saccon, in the community of Rio Laranjeiras, in the interior of the municipality of Orleans, south of Santa Catarina, so that the accomplishment of this work had as purpose the use of mathematics in the cultivation of tobacco. With the data collected in loco and after a lot of reading, some problems arising from tobacco farming are exposed to the exploration of the applicability of the mathematical modeling method as a result, hoping that it will be inspiring to other teachers so that the evolution in the way of teaching is constantly improved.

Keywords: Modeling. Mathematics. Teaching. Tobacco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Brasão das Armas da República Federativa do Brasil	43
Figura 2 – Municípios produtores de fumo na Região Sul do Brasil	45
Figura 3 – Planta pendoando	48
Figura 4 - Mudas na bandeja	48
Figura 5 – Plantio	49
Figura 6 – Classificação do fumo por classe/cor/qualidade	50
Figura 7 – Canteiros com as mudas na bandeja	51
Figura 8 – Máquina de plantio manual	52
Figura 9 – Carreiros (esquerda) e mudas transplantadas (direita)	53
Figura 10 – Grampo cheios de folhas de tabaco.....	54
Figura 11 – Estufas e seus estaleiros	54
Figura 12 – Folhas após a secagem	55
Figura 13 – Imagem via satélite da propriedade.....	70
Figura 14 – Detalhamento da propriedade	71
Figura 15 – Terreno arado	72
Figura 16 – Bandeja de isopor.....	74
Figura 17 – Gravura Zorra destaque da parte frontal	78
Figura 18 – Zorra em fotos reais	79
Figura 19 – Grampos	80
Figura 20 – Foto interior estufa menor.....	80
Figura 21 – Estufa maior e seus estaleiros	81
Figura 22 – Manilhas (a), Fardo (b)	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Divisão da propriedade.....	58
Gráfico 2 – Divisão da propriedade Sr. José Carlos Saccon	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escolaridade do fumicultor.....	56
Tabela 2 – Dados do fumicultor sul-brasileiro	57
Tabela 3 – Tamanho das propriedades	58
Tabela 4 – Dados socioeconômicos das propriedades.....	59
Tabela 5 – Produção de tabaco na Região Sul do Brasil	60
Tabela 6 – Lista da demanda de defensivos usados nas culturas (Brasil)	61
Tabela 7 Aplicação da função em relação à quantidade de trabalhadores	76
Tabela 8 - Tabela quantidade plantada em relação ao tempo trabalhado e quantidade de trabalhadores.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados da questão (a) sobre compra de sementes	73
Quadro 2 – Dados da questão (a) sobre semeadura.....	74
Quadro 3 – Dados para resolução (b) sobre a colheita	78
Quadro 4 – Dados sobre a resolução da etapa da secagem	81
Quadro 5 – Dados disponibilizados.....	83
Quadro 6 – Competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental	85
Quadro 7 – Competências específicas de Matemática para o Ensino Médio.....	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFUBRA	Associação dos Fumicultores do Brasil e dos Recursos Naturais Renováveis
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EADs	Ensino à distância
IBAMA	Instituto Nacional do Meio Ambiente
INCA	Instituto Nacional do Câncer
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNE	Plano Nacional de Educação
PR	Paraná
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SINDITABACO	Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco
TCIs	Tecnologias de Comunicação e Informação
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
ESALQ/USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.3	JUSTIFICATIVAS	17
1.4	OBJETIVOS	18
1.4.1	Objetivo geral	18
1.4.2	Objetivos específicos	18
1.5	TIPO DE PESQUISA	18
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	ENSINO DE MATEMÁTICA.....	20
2.1	TENDÊNCIAS NO ENSINO APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA	20
2.1.1	História da Matemática	21
2.1.2	Etnomatemática.....	22
2.1.3	Resolução de problemas.....	24
2.1.4	Tecnologia da informação	26
2.1.5	Jogos	28
2.1.6	Interdisciplinaridade.....	29
2.1.7	Modelagem matemática.....	31
2.2	O PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA	32
2.2.1	Definição de modelo matemático	32
2.2.2	Definição de modelagem matemática	34
2.2.3	Etapas da modelagem matemática	35
2.3	MODELAGEM MATEMÁTICA COMO MÉTODO DE ENSINO	38
3	FUMICULTURA.....	42
3.1	HISTÓRICO DO CULTIVO DO TABACO.....	42
3.1.1	Fumicultura no mundo	42
3.1.2	Fumicultura no Brasil.....	43
3.1.3	Fumicultura na Região Sul do Brasil	44
3.1.4	Fumicultura em Orleans.....	45
3.2	<i>NICOTIANA TABACUM</i>	47
3.2.1	Características da planta	47
3.2.2	Tipos de tabaco cultivado	49

3.2.3	Etapas do cultivo	50
3.3	ECONOMIA EM TORNO DA FUMICULTURA.....	55
3.3.1	Perfil dos fumicultores.....	56
3.3.2	Perfil das propriedades.....	57
3.3.3	Produção	59
3.3.4	Questões ambientais.....	60
3.3.5	Questões de saúde.....	62
4	DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA	64
4.1	TIPO DA PESQUISA.....	64
4.2	POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM	65
4.3	COLETA DE DADOS.....	66
4.3.1	Instrumentos para a coleta de dados.....	66
4.3.2	Procedimentos para a coleta de dados	66
4.4	TRATAMENTO DOS DADOS	67
5	UMA APLICAÇÃO DE MODELAGEM MATEMÁTICA no cultivo do tabaco	68
5.1	INTERAÇÃO	68
5.1.1	Histórico da propriedade.....	68
5.1.2	Caracterização	69
5.1.3	Localização.....	69
5.1.4	Distribuição da propriedade	70
5.2	MATEMATIZAÇÃO	71
5.2.1	Problematização primeira etapa: compra das sementes	72
5.2.2	Problematização segunda etapa: semeadura.....	73
5.2.3	Problematização terceira etapa: plantio	75
5.2.4	Problematização quarta etapa: colheita.....	77
5.2.5	Problematização quinta etapa: secagem	79
5.2.6	Problematização sexta etapa: armazenamento	82
5.3	ANÁLISE DAS RESOLUÇÕES.....	84
5.4	INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS E VALIDAÇÃO	86
6	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
	REFERÊNCIAS.....	92
	REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES	96

1 INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos e científicos pelos quais a sociedade vem passando, o ensino da matemática torna-se cada vez mais imprescindível, pois se encontram modelos matemáticos em tudo, ou, praticamente em todos os campos da ciência, da natureza e da vida humana. Logo, é de suma importância saber identificar e resolver as situações problemas contidas ou geradas por esses avanços, fazendo com que o conhecimento matemático se torne ainda mais importante para todas as pessoas.

Neste projeto de pesquisa realizou-se uma abordagem de estudos sobre a Modelagem matemática no ensino da matemática. No processo de ensino-aprendizagem, há questionamentos dos alunos sobre a importância, ou do porquê estudar determinados conteúdos matemáticos, e onde utilizarão esse aprendizado no seu cotidiano. Talvez tal fato derive da prática de um currículo conteudista, que faz com que o aluno veja a matéria apresentada apenas como algo que nunca usará em sua vida, por não se tratar de algo que seja vivenciado no seu dia a dia.

Uma metodologia de ensino alternativo, que seja capaz de dispor de um aprendizado significativo e mais próximo da realidade do aluno é a Modelagem matemática, a qual é um importante instrumento pedagógico, que pode ser compreendido como componente integrador entre a realidade e o conteúdo matemático a ser ensinado, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem, estimulando e incentivando o educando para que seja protagonista de seu próprio aprendizado.

Conforme descreve Bassanezi (2002, p. 16), “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Em termos gerais, o que expressam vários autores é que a Modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Nesse sentido, um modelo matemático é considerado como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura entender ou explicar, de forma detalhada, um fenômeno em questão, ou um problema da realidade. Muitos referem que essa metodologia de ensino é complexa para introduzir nos sistemas educacionais, pois é preciso lidar com problemas que envolvem a realidade, sendo necessária a articulação entre diversos conhecimentos de diferentes áreas de ensino.

Segundo Bassanezi (2002, p. 16), “a modelagem pressupõe multidisciplinaridade. E, nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa”.

A modelagem matemática é caracterizada como um processo que relaciona a teoria e a prática com base em situações do seu dia a dia na procura de recursos para agir sobre ela e transformá-la.

Nos próximos parágrafos apresentam-se o tema, “a modelagem matemática e o ensino da matemática: uma aplicação no cultivo do tabaco” e sua delimitação, “discussão das potencialidades e relações da modelagem matemática com o ensino da matemática, identificando formas geométricas planas e espaciais, explorando conceitos matemáticos presentes na fumicultura, usando como campo de pesquisa a propriedade do Sr. José Carlos Saccon, situada em Orleans/ SC”. Em seguida, expõe-se a problematização da pesquisa e, posteriormente, serão apontadas as suas justificativas e os objetivos gerais e específicos que pretendem ser alcançados ao fim deste trabalho.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema da pesquisa é “a modelagem matemática e o ensino da matemática: uma aplicação no cultivo do tabaco”. A delimitação do tema é “discussão das potencialidades e relações da modelagem matemática com o ensino da matemática, identificando formas geométricas planas e espaciais, explorando conceitos matemáticos presentes na fumicultura, usando como campo de pesquisa a propriedade do Sr. José Carlos Saccon, situada em Orleans/ SC”.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A modelagem matemática é uma metodologia de ensino que tem potencial para ser amplamente utilizada no ensino aprendizagem de matemática. Identificar modelos e conteúdos matemáticos utilizados na sua obtenção parece indicado para vislumbrar possibilidades de aplicação em diferentes espaços e temáticas da vida real. Um desses espaços é a cultura do tabaco, seja na sua organização, no seu cultivo e nos aspectos financeiros envolvidos, quanto na estrutura física, nos espaços e equipamentos necessários à atividade, em uma propriedade rural. Daí decorre o problema da pesquisa: quais modelos e conceitos matemáticos decorrentes da modelagem matemática, com potencial para contribuir no ensino aprendizagem da matemática podem ser identificados na fumicultura?

1.3 JUSTIFICATIVAS

Para que o processo de ensino-aprendizagem tenha um resultado satisfatório, deve surtir um efeito impulsionador no aluno e assim ele querer aprender cada vez mais, porém quando se trata da disciplina de matemática, ocorre o efeito contrário, o aluno não tem ânimo ou satisfação em aprender o conteúdo porque ele não consegue “ver sentido” no que lhe é apresentado. Entende-se tal reação como uma crítica ao modelo de ensino tradicional e conteudista atual, de qualquer modo é uma realidade que se vive. Entende-se haver a necessidade de novas metodologias de ensino para atrair a atenção do estudante e tornar o processo de ensino-aprendizagem prazeroso tanto para o aluno quanto ao professor.

Tendo em vista essas considerações quanto ao ensino da matemática, e a ideia de construir sujeitos capazes de aprender por meio de problematização de situações de seu cotidiano, da sua realidade, buscando compreendê-los matematicamente, é que se sugeriu utilizar a Modelagem matemática nessa perspectiva.

Para Biembengut e Hein (2007, p. 13), a Modelagem matemática: “é uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias”.

De acordo com estes e outros autores, o uso da modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem é uma ferramenta facilitadora à compreensão do conteúdo, serve como meio motivacional para o professor, que vê nesse método o meio de transformar, ou significar o abstrato em concreto, desenvolvendo o raciocínio lógico e dedutivo do educando, transformando o aluno em protagonista de seu aprendizado, motivando e desenvolvendo-o como cidadão crítico, e assim compreendendo o papel que a matemática tem na sociedade.

Nesse contexto, buscou-se explorar as possibilidades que a modelagem matemática traz para o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, tendo em vista que os alunos participam de forma ativa no processo, realizando pesquisas, coletando dados e formulando hipóteses, elaborando modelos matemáticos com base nos questionamentos propostos, formulando e resolvendo problemas matemáticos e interpretando os resultados. Procurando algo que estivesse presente na realidade da região sul catarinense, escolheu-se a problematização de situação no cotidiano da fumicultura, cultura essa sendo vivenciada por muitos dos alunos dessa região.

Outra motivação para essa escolha foi a experiência vivida na disciplina de Fundamentos da Modelagem matemática, com a qual se observou um leque enorme de possibilidades para novas atividades no processo de ensino, e também, a experiência que um

dos autores tem com a fumicultura, trazendo para o trabalho a essência de que se precisa para mostrar como se pode ensinar e aprender com mais objetividade quando o assunto abordado é palpável ao aluno e desafiador ao professor.

Os autores vislumbram, no futuro, um ensino de qualidade, o aprimoramento da sua formação com a bagagem conquistada ao longo do caminho, e a certeza de que ensino vivenciado é ensino apreendido e jamais esquecido.

1.4 OBJETIVOS

Nesse tópico apresentam-se o objetivo geral desta pesquisa e seus objetivos específicos.

1.4.1 **Objetivo geral**

Explorar as potencialidades da modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem de matemática quando aplicado na fumicultura.

1.4.2 **Objetivos específicos**

- a) Descrever a modelagem matemática como tendência para o ensino aprendizagem de Matemática;
- b) propor atividades explorando a matemática em um ambiente real envolvendo a modelagem matemática;
- c) analisar e interpretar os resultados obtidos a partir da resolução das situações problemas encontrados no cultivo do tabaco.

1.5 TIPO DE PESQUISA

Essa pesquisa tem natureza básica, explicativa, qualitativa, bibliográfica e de campo.

Básica porque, de acordo com Garces (2010), a pesquisa básica ou pura tem a curiosidade intelectual como motivação, e suas principais características são entender ou descobrir novos fenômenos; gerar conhecimentos básicos ou fundamentais; é explicativa porque “aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas” (GIL, 2010, p. 28); tem abordagem qualitativa, pois “os dados podem ser obtidos por consulta aos dados bibliográficos ou quando a coleta é feita *in loco*, por meio de entrevistas [...] a

estatística é utilizada sem os formalismos oriundos da validação da amostra” (FLEMMING, 2016, p. 11).

Sobre a pesquisa bibliográfica, Vergara (2005, p. 48) refere que ela “é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”.

Caracteriza-se como pesquisa de campo porque foram observados fatos, fenômenos e objetos *in loco*, ou seja, foram realizadas visitas numa propriedade rural em que se cultiva o tabaco que serviu de campo de pesquisa ao trabalho, com levantamento dos possíveis objetos de estudos que foram utilizados neste estudo.

Com essas características é que se construiu esta pesquisa, que terá uma abordagem mais ampla no capítulo 4 deste trabalho.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi distribuído em seis capítulos. Sendo o primeiro composto pela introdução apresentando o tema, os objetivos e as justificativas do trabalho e o tipo de pesquisa realizada.

No segundo capítulo encontra-se a fundamentação teórica, em que se descreve sobre o ensino de matemática, e uma abordagem mais ampla sobre o uso da modelagem matemática como método de ensino, e as tendências no ensino de matemática tais como: história da matemática, etnomatemática, resolução de problemas, tecnologia da informação, jogos e interdisciplinaridade, cada qual com uma breve apresentação de seus principais defensores.

Já no terceiro capítulo, divulgam-se a fumicultura com um pequeno histórico, dados sobre a economia, questões ambientais e de saúde pública, informações sobre o produtor e a propriedade rural.

No quarto capítulo, tem-se a delimitação metodológica, na qual se especifica o tipo de pesquisa aplicada, qual a população e o processo de amostragem, forma de coleta e tratamento de dados.

No quinto capítulo, parte mais importante do trabalho, coloca-se em prática toda a teoria pesquisada e aplicada ao conhecimento adquirido, em busca dos resultados. É nesse capítulo que se tem a possibilidade de aplicar a modelagem matemática na fumicultura, apresentando, matematizando, modelando e verificando todo o processo executado.

Então, no sexto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos e têm-se as conclusões e considerações finais.

2 ENSINO DE MATEMÁTICA

O ensino de Matemática é um grande desafio desde os anos iniciais, porque o professor tem que fazer com que os alunos “abram suas mentes” e consigam compreender o verdadeiro significado da matematização. E quando há falha nesse processo, ela poderá acarretar alguns traumas em muitos alunos, ocasionando assim, um obstáculo epistemológico no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

É no sentido de apontar soluções para superar esses obstáculos que se selecionou, entre outras, as mais conhecidas tendências no ensino aprendizagem de matemática, ressaltando aspectos como: a história da matemática, a modelagem matemática, etnomatemática, a resolução de problemas, bem como a modelagem como metodologia de ensino e os processos da modelagem matemática, aplicação da modelagem em sala de aula e suas potencialidades.

2.1 TENDÊNCIAS NO ENSINO APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Significado de tendência: substantivo feminino; disposição natural que leva algo ou alguém a se mover em direção à outra coisa ou pessoa; inclinação: tendência dos corpos para a terra; tendência à mentira; evolução de alguma coisa num sentido determinado; orientação: os estilistas se pautam nas tendências mundiais; propensão que orienta alguém a fazer ou realizar determinada coisa; vocação: ela tinha tendência para música; direcionamento comum de um grupo determinado; movimento: governo com tendências ditatoriais (DICIO, 2020).

Pelo significado dado a tendência nos dicionários de língua portuguesa, pode-se definir tendência no ensino como algo que leva em uma determinada direção metodológica de ensino e que orienta e direciona à um movimento de evolução constante.

O ciclo vida é: “(...) a REALIDADE informa o INDIVÍDUO, que processa a informação e define estratégias de AÇÃO que insere novos fatos na REALIDADE, que informa o INDIVÍDUO, que processa (...)”, e assim continua, enquanto o indivíduo estiver vivo (D’AMBRÓSIO, 2005, p. 108).

Por meio de pesquisa em artigos científicos mais recentes que falavam sobre as tendências no ensino da matemática encontrou-se um de Richt e Alberi (2017), em que os autores citam que as principais tendências no ensino da matemática são: a resolução de problemas, história da matemática, etnomatemática, tecnologias da comunicação, jogos,

contextualização e interdisciplinaridade (OLIVEIRA, 2007 *apud* RICHIT; ALBERTI, 2017, p. 153).

Em seu texto sobre a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, Trevisan (2019) diz que “muito além dos cálculos, da aplicação de fórmulas e da leitura quantitativa da realidade que nos cerca, a BNCC propõe um novo lugar para a Matemática. O foco é o letramento matemático dos alunos”.

Letramento matemático significa desenvolver habilidades de raciocínio, representação, comunicação e argumentação, para que o aluno possa assumir uma postura ativa nos mais diferentes contextos, seja posicionando-se sobre uma dada questão, seja buscando meios de investigar soluções para ela. A formação no Ensino Fundamental também prevê a utilização de conceitos e recursos da Matemática para formular e resolver problemas, dentro e fora da escola (BRASIL, 2017, p. 266).

Com o intuito de garantir que o aluno conquiste esse letramento e desenvolva as habilidades e competências matemáticas exigidas é que o professor tem que usar desses artifícios, ou métodos de ensino de matemática, para alcançar os objetivos. Por este motivo, apresentam-se as principais tendências no ensino da matemática que são: história da matemática, etnomatemática, tecnologia da informação, jogos, interdisciplinaridade, resolução de problemas e modelagem matemática, essa última que será o objeto principal desta pesquisa.

2.1.1 **História da Matemática**

A humanidade está em constante evolução, principalmente nas últimas décadas com os avanços tecnológicos, que afetam a todos, e o meio educacional é, sem dúvida, um dos setores de cunho social que mais sentem essas mudanças, pois os lecionadores são cada vez mais exigidos para estarem em constante atualização, principalmente no que tange à tecnologia.

Para Oliveira (2015, p. 1), “a história da matemática quando usada de maneira adequada torna-se um recurso para despertar a motivação que os alunos precisam para gostar de aprender matemática, e deste modo a dedicação para estudar será uma consequência desse processo”. É disso que se precisa, que o aluno adquira gosto pela disciplina, que o aluno tenha um despertar pela matemática, algo que o faça investigar e assim ser agente do seu próprio conhecimento. A autora continua:

No processo de aprendizagem é essencial que o aluno conheça os motivos e as necessidades que levaram ao desenvolvimento dos conceitos que estão sendo transmitidos a ele, portanto por meio da história da matemática busca-se dar mais

sentido ao ensino e a aprendizagem, e espera-se despertar nos alunos motivos para tentarem entender e aprender matemática (OLIVEIRA, 2015, p. 1).

Então, percebe-se o quanto é importante a busca pelo conhecimento histórico da matemática, pois assim consegue-se explicar os muitos “porquês” que surgem durante o ano letivo. D’Ambrósio (1999, p. 1) declara que: “acredito que um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a matemática das outras atividades humanas”; como se a matemática não fizesse parte do cotidiano, esse pensamento dificulta a assimilação de conteúdo e desestimula o aprendizado.

Mas há muita matemática feita por não matemáticos. Por exemplo, Fermat muitas vezes é chamado “o Príncipe dos Matemáticos amadores”. Mas também é claro que há muita matemática implícita em obras não matemáticas, do dia a dia. Essa é uma das grandes lições que tiramos da História da Matemática. Muitas das grandes teorias matemáticas têm sua origem em práticas cotidianas (D’AMBRÓSIO, 1999, p. 32).

O que ele quer dizer é que se pode utilizar dessa matemática cotidiana para apresentar o conteúdo matemático e assim explorar todo o potencial que o uso da História Matemática tem no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo menciona D’Ambrósio (1999) a proposta historiográfica teve sua origem nos estudos da Etnomatemática, que, naturalmente, não se esgota no conhecer o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Em outro trecho de sua obra, D’Ambrósio (1999) fala sobre a autoridade do professor que tem conhecimento sobre a disciplina, de como ele pode ter firmeza naquilo que está transmitindo e os objetivos da História da Matemática.

[...] a transmissão desse conhecimento através do ensino depende de sua compreensão de como esse conhecimento se originou, de quais as principais motivações para o seu desenvolvimento e quais as razões de sua presença nos currículos escolares. Destacar esses fatos é um dos principais objetivos da História da Matemática (D’AMBRÓSIO, 1999, p. 32).

É importante salientar que o uso da História da Matemática serve para contextualizar o conteúdo matemático, mas vai além, pois é na contextualização que se mostra ao aluno que a matemática não é uma “decoreba”, tão somente a regra pela regra, mas que todo o conteúdo estudado faz sentido em seu cotidiano.

2.1.2 Etnomatemática

Na obra de Knijnik *et al.* (2019, p. 19) os autores apresentam que “o percurso da Etnomatemática como campo de conhecimento teve início com as ideias de D’Ambrósio, inspiradas em seu trabalho como orientador do setor de Análise Matemática e Matemática Aplicada, junto ao *Centre Pédagogique Supérieur de Bamako*, na República do Mali em 1970. Completam a informação descrevendo como D’Ambrósio utilizou do termo etnomatemática:

Foi precisamente em 1975, ao discutir, no contexto do Cálculo Diferencial, o papel desempenhado pela noção de tempo nas origens das ideias de Newton, que o educador se referiu à expressão Etnomatemática pela primeira vez. Ao mencionar esse episódio, D’Ambrósio enfatiza que, já na ocasião, utilizou o prefixo “etno” com um significado mais amplo do que restrito à etnia: “Estava claro que, apesar de raça poder ser um dos fatores intervenientes na formação do conceito e da medição do tempo, tal noção era somente parte das práticas etnomatemática que configuravam a atmosfera intelectual onde as ideias de Newton floresceram” (D’AMBROSIO, 1987, p. 3 *apud* KNIJNIK *et al.*, 2019, p. 19).

Sendo assim, o que D’Ambrósio queria era incorporar a matemática, ou o ensino da matemática, à realidade na qual o indivíduo está inserido, fazendo com que sua compreensão em torno da matemática seja assimilada com mais facilidade, ou seja, agregando-a à cultura, tornando-as complementares. Cita-se um trecho de sua pesquisa em Educação Matemática que fala sobre as manifestações matemáticas e seus objetivos:

É muito mais que apenas manipular notações e operações aritméticas, ou lidar com a álgebra e calcular áreas e volumes, mas principalmente lidar em geral com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real, e fazer classificações e inferências. Assim, encontramos matemática nos trabalhos artesanais, nas manifestações artísticas e nas práticas comerciais e industriais. Recuperar e incorporar isso à nossa ação pedagógica é um dos principais objetivos do Programa Etnomatemática [...] Infelizmente os professores passam demasiado tempo tentando ensinar o que sabem, que é muitas vezes desinteressante e obsoleto, para não dizer chato e inútil, e pouco tempo ouvindo e aprendendo dos alunos (D’AMBROSIO, 1999, p. 27).

A palavra etnomatemática surge a partir da junção dos termos *techné*, *mátema* e *etno*, como explica D’Ambrósio (2005) falando sobre a aquisição de conhecimento pelo homem (*Homo Sapiens Sapiens*) no decorrer do tempo.

[...] têm seu comportamento alimentado pela aquisição de conhecimento, de fazer(es) e de saber(es) que lhes permitiram sobreviver e transcender, através de maneiras, de modos, de técnicas, de artes (*techné* ou “tícas”) de explicar, de conhecer, de entender, de lidar com, de conviver com (*mátema*) a realidade natural e sociocultural (*etno*) na qual ele, homem, está inserido. Ao utilizar, num verdadeiro abuso etimológico, as raízes “tica”, “matema” e “etno”, dei origem à minha conceituação de Etnomatemática (D’AMBROSIO, 2005, p. 14).

Nota-se que a Etnomatemática é uma proposta de ensino que procura desenvolver e estimular toda a criatividade do indivíduo dentro da sua cultura local e procura fazer uma interlocução entre os saberes.

Afinal, acredita-se que a Matemática surge em determinadas condições econômicas, sociais e culturais, e assim, cada povo, em meio à sua cultura, poderá produzir seus próprios pensamentos matemáticos resultantes de suas necessidades específicas de indivíduo ou do grupo social.

2.1.3 Resolução de problemas

É sabido que o ensino da matemática, até a metade do século XX, ainda era realizado por meio da repetição, memorização e treinamento, e que a partir dos anos de 1970 e início dos anos de 1980 é que o ensino começa a mudar e se dá agora por compreensão.

É nesse período que surgem algumas das tendências no ensino da Matemática, e uma delas foi a resolução de problemas, tendo como um dos nomes mais respeitados no assunto George Polya (1995), que em sua obra “A arte de resolver problemas” destaca conceitos, ideias, modelo de como trabalhar a resolução de problemas em sala de aula.

Com o movimento de reforma chamado Matemática Moderna, vigente nos anos sessenta e setenta do século XX, o mundo foi influenciado por recomendações de ensinar Matemática apoiada em estruturas lógica, algébrica, topológica e de ordem, enfatizando a teoria dos conjuntos. O tratamento excessivamente abstrato, o despreparo dos professores para este trabalho, assim como a falta de participação dos pais de alunos, nesse movimento, fadou-o ao fracasso (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 78).

Há, ainda hoje, um despreparo dos professores diante da aplicação dessas tendências, que ainda utilizam técnicas operatórias que enfatizam apenas os produtos e não os processos de resolução. Em sua obra, Polya (1995) explora o processo e as estratégias utilizadas para resolver problemas, por intermédio das etapas de compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e, por fim, a revisão da solução encontrada.

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos o nosso plano. Quarto, fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a (POLYA, 1995, p. 3)..

Cada etapa é muito importante para todo o processo, pois se falhar alguma delas, todo o processo é comprometido, pode acontecer do estudante fazer cálculos, figuras, gráficos e artifícios sem ter compreendido o problema, fazendo assim trabalho desnecessário para chegar à solução desejada.

A resolução de problemas é uma habilitação prática como, digamos, o é a natação. Adquirimos qualquer habilitação por imitação e prática. Ao tentarmos nadar, imitamos o que os outros fazem com as mãos e os pés para manterem suas cabeças fora d'água e, afinal, aprendemos a nadar pela prática da natação. Ao tentarmos resolver problemas, temos de observar e imitar o que fazem outras pessoas quando resolvem os seus e, por fim, aprendemos a resolver problemas, resolvendo-os (POLYA, 1995, p. 3).

Pelo método de Polya (1995), na resolução de problemas, os alunos passam a lê-los com mais atenção, planejam melhor suas ações e analisam melhor os resultados encontrados. Portanto, o professor que quer aplicar esse método de ensino da matemática, tem que estar muito bem preparado e oportunizar ao aluno problemas de níveis variáveis para que, com a prática, ele aprenda a desenvolver a técnica e tomar gosto pela resolução, não apenas em chegar a um resultado, mas sim de todo o processo feito para assim chegar ao objetivo, que é a construção do conhecimento.

Onuchic e Allevato (2011) destacam as seguintes características sobre a resolução de problemas como método de ensino:

- a) resolução de problemas coloca o foco da atenção dos alunos sobre as ideias matemáticas e sobre o dar sentido;
- b) resolução de problemas desenvolve poder matemático nos alunos, ou seja, capacidade de pensar matematicamente, utilizar diferentes e convenientes estratégias em diferentes problemas, permitindo aumentar a compreensão dos conteúdos e conceitos matemáticos;
- c) resolução de problemas desenvolve a crença de que os alunos são capazes de fazer matemática e de que a Matemática faz sentido; a confiança e a autoestima dos estudantes aumentam;
- d) resolução de problemas fornece dados de avaliação contínua, que podem ser usados à tomada de decisões instrucionais e para ajudar os alunos a obter sucesso com a matemática;
- e) professores que ensinam dessa maneira se empolgam e não querem voltar a ensinar na forma dita tradicional. Sentem-se gratificados com a constatação de que os alunos desenvolvem a compreensão por seus próprios raciocínios;

- f) a formalização dos conceitos e teorias matemáticas, feita pelo professor, passa a fazer mais sentido para os alunos.

Diante dessas situações, o professor passa de um transmissor de conteúdo para um incentivador do conhecimento, transformando o aluno em protagonista do seu saber.

2.1.4 Tecnologia da informação

Desde os primórdios a tecnologia está presente no cotidiano do ser humano, seja nos utensílios forjados nas pedras para a criação de armas de caça, quanto agora na Era Digital em computadores, aparelhos de TV e tantos outros avanços tecnológicos. Em se tratando de tecnologia no ensino, não é diferente, tanto em sala de aula, quanto no ambiente em que a comunidade tem para o ensino, pode-se separar algum tipo de tecnologia, seja o livro didático, a lousa, a caneta, o giz, o canetão, as lousas digitais, computadores, *tablets*, celulares e muito mais equipamentos e materiais que se poderia listar.

Alguém pode perguntar: o livro didático, caneta, giz e caderno são tecnologias usadas no ensino? A resposta é sim, visto que há milhares de anos atrás todo conhecimento era passado apenas de forma verbal, essa maneira acarretava de alguma forma, a perda de detalhes e até mesmo a interferência, mesmo que não intencional, na informação. Com a criação da tinta usada, primeiramente, em pinturas rupestres, e depois no papel, esses conhecimentos puderam ser gravados e passados por gerações até os dias atuais.

As TICs e o ciberespaço, como um novo espaço pedagógico, oferecem grandes possibilidades e desafios para a atividade cognitiva, afetiva e social dos alunos e dos professores de todos os níveis de ensino, do jardim de infância à universidade. Para que isso se concretize, é preciso olhá-los de uma nova perspectiva. Até aqui, os computadores e a internet têm sido vistos, sobretudo, como fontes de informação e como ferramentas de transformação dessa informação. Mais do que o caráter instrumental e restrito do uso das tecnologias para a realização de tarefas em sala de aula, é chegada a hora de alargar os horizontes da escola e de seus participantes, ou seja, de todos (KENSKI, 2015, p. 66).

Constata-se que o uso da tecnologia de informação em sala de aula ainda está engatinhando, porém considerando-se apenas o Ensino Superior, o uso das TICs é grande nas aulas EADs, ou seja, nos cursos de graduação à distância, nos quais o graduando, de forma remota, participa das aulas, reuniões, apresentações e avaliações. Já no ensino básico e médio a realidade ainda é outra:

As novas tecnologias de comunicação (TICs), sobretudo a televisão e o computador, movimentaram a educação e provocaram novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo veiculado. A imagem, o som e o movimento oferecem informações mais realistas em relação ao que está sendo ensinado. Quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado (KENSKI, 2015, p. 45).

Assim, quando bem aplicados os recursos tecnológicos e se há um planejamento didático, o ensino acontece de forma mais eficaz e atraente ao aluno. Quando há a interatividade entre a tecnologia, o professor e o aluno, o processo de ensino-aprendizado se concretiza com mais facilidade e eficiência.

No entanto, isso nem sempre acontece:

Por mais que as escolas usem computadores e internet em suas aulas, estas continuam sendo seriadas, finitas no tempo, definidas no espaço restrito das salas de aula, ligadas a uma única disciplina e graduadas em níveis hierárquicos e lineares de aprofundamento dos conhecimentos em áreas específicas do saber. Professores isolados desenvolvem disciplinas isoladas [...] (KENSKI, 2015, p. 45).

De nada adianta ter a tecnologia ao alcance e usá-la de forma equivocada, é necessário compreender tudo aquilo que os recursos tecnológicos podem colaborar na atividade docente, de forma efetiva e diferenciada.

As tecnologias comunicativas (são as) mais utilizadas em educação, porém, não provocam ainda alterações radicais na estrutura dos cursos, na articulação entre conteúdos e não mudam as maneiras como os professores trabalham didaticamente com seus alunos. Encaradas como recursos didáticos, elas ainda estão muito longe de serem usadas em todas as suas possibilidades para uma melhor educação (KENSKI, 2015, p. 45).

Tem-se muito ainda que evoluir em relação ao uso das TICs:

A escola deve estar preparada para receber esses novos aprendizes, pois estes apresentam novas necessidades, novas demandas e novos conhecimentos extraclasse adquiridos por meio da vivência tecnológica e interacional. Para que isso aconteça, não deverá, sob hipótese alguma, haver a omissão do poder público, grande responsável pela disponibilização de recursos pedagógicos, formação continuada dos docentes, espaço físico adequado e salários compatíveis com a importância do professor no desenvolvimento da sociedade global (SÁ, 2012, p. 1).

Compreende-se que todos são responsáveis por um melhor aproveitamento das TICs, não só computadores e celulares, mas toda plataforma existente para auxiliar na transmissão do saber. *Softwares* livres de cálculo auxiliam muito nas interações com gráficos e desenhos, planilhas e tabelas, figuras e textos interativos. A escola tem que se planejar para aproveitar

melhor essas oportunidades e alongar o tempo-espço de ensino, fazer com que o aluno aprenda também fora da sala de aula.

Termina-se este tópico com a seguinte frase extraída de Sá (2012, p. 1), “os saberes que viajam por ondas invisíveis modificam o mundo com rapidez incomensurável”, assim é o uso das TICs no processo de ensino-aprendizagem, quanto melhor usarmos, com mais rapidez o saber será transmitido.

2.1.5 Jogos

Assim como as outras tendências no ensino da matemática, a inserção de jogos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem é muito importante, porém exige do professor muito preparo e planejamento. Com efeito, se o jogo didático não for aplicado corretamente, de maneira a estimular o pensamento matemático e seguindo uma sequência didática previamente estudada, poderá tornar-se apenas um jogo de diversão.

Utilizando os jogos como ferramenta facilitadora o educador torna as suas aulas agradáveis e deixa de lado o excesso de rigor que, por muitas vezes, afasta o discente do processo em vigor. É importante que se tenha em mente os limites dessa ferramenta tão valiosa. O docente não pode exagerar em seu uso, pois os conteúdos teóricos são altamente importantes para a formação do discente. Além dos planos realizados pelo professor, ainda existem as exigências formais que devem ser atendidas, portanto, o educador deve humanizar as suas aulas, mas nunca perder de vista o propósito educacional (SÁ, 2020, p. 1).

Repara-se que Sá (2020) destaca um fato muito importante, a falta de objetividade na inclusão dos jogos didáticos acaba por não ter o efeito esperado no aluno, muito pelo contrário, gera um retrabalho, pois obriga a fazer tudo do começo, novamente, para aplicar um determinado conteúdo. Daí a necessidade do planejamento e de se ter claros os objetivos a que se quer chegar com a aplicação do jogo didático.

No universo das crianças, jogos e brincadeiras ocupam um lugar especial. Nos momentos em que estão concentradas em atividades lúdicas, as crianças envolvem-se de tal modo que deixam de lado a realidade e entregam-se às fantasias e ao mundo imaginário do brincar (RIBEIRO, 2012, p. 16).

O material lúdico e o material concreto, também se enquadram como jogos didáticos devido aos jogos, geralmente, utilizarem esses materiais para poderem ser aplicados, tais como jogos de tabuleiros, boliche, jogos de cartas, os quais se utilizam de regras e metas a serem

alcançadas, fazendo com que o educando estimule o raciocínio e a troca de saberes, além da interatividade com os colegas de classe.

De acordo com Grando (2004 *apud* RIBEIRO, 2012, p. 17), “tanto os trabalhos de Piaget, quanto os de Vygotsky e seus respectivos seguidores, apontam para a importância dos jogos no desenvolvimento da criança”.

Nesse sentido, vê-se que a inserção dos jogos gera nos discentes um maior interesse no aprender, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo, muito trabalhado por Piaget, melhorando consideravelmente o processo de ensino-aprendizagem.

2.1.6 Interdisciplinaridade

No ensino tradicional tem-se a prática de um conhecimento fragmentado, cada disciplina utiliza a sua “caixinha”, como se o aluno pudesse abrir um arquivo em seu cérebro e ir acumulando esse conhecimento em separado, aula de matemática, vai no arquivo e pega a “caixinha” da matemática, aula de português pega a “caixinha” do português. Essa fragmentação de conteúdo ocasiona uma dificuldade maior no processo de ensino-aprendizagem, pois o aluno aprende isoladamente cada conteúdo e depois tem que assimilar, organizar e estabelecer sozinho as relações interdisciplinares de cada assunto, conteúdo e conhecimento adquirido.

Para mudar esta situação, a inserção da Interdisciplinaridade no currículo escolar é extremamente essencial, para que, assim, o aluno tenha acesso ao conhecimento globalizado, ou seja, diversas áreas do conhecimento trabalhados ao mesmo tempo, facilitando o entendimento e a absorção do conhecimento.

Assim, na tentativa de dar conta da complexidade das situações a que os indivíduos estão sendo submetidos e das tendências atuais defendidas no campo da Educação, o discurso escolar passou a defender a organização dos conteúdos incorporando as perspectivas da interdisciplinaridade e da contextualização, que se refletiram também nos livros didáticos, nas propostas pedagógicas dos sistemas de ensino municipais e estaduais. A Matemática escolar passa a ser vista como um meio de levar o aluno à participação mais crítica na sociedade, pois a escola começa a ser encarada como um dos ambientes em que as relações sociais são fortemente estabelecidas (TOMAZ; DAVID, 2008, p. 14).

Portanto, quando se fala de interdisciplinaridade, compreende-se que se quer formar cidadãos concientes, críticos e responsáveis, para se ter uma sociedade mais justa e comprometida com o ensino, tornando-os seres capazes de tomarem decisões complexas acerca da vida em comunidade, onde a decisão de um, poderá afetar a vida de todos.

Assim, ao mesmo tempo que chama atenção para a inadequação da abordagem fragmentada da Matemática, os PCNs (BRASIL, 1998a) enfatizam que a Matemática é um importante componente na construção da cidadania, na medida em que a sociedade exige do cidadão cada vez mais conhecimentos científicos e domínio de recursos tecnológicos, e pedem mais atenção para o desenvolvimento de determinados valores, habilidades e atitudes dos alunos em relação ao conhecimento (TOMAZ; DAVID, 2008, p. 16).

Sendo assim, a interdisciplinaridade poderia ser alcançada caso os conhecimentos de várias disciplinas fossem utilizados para resolver um problema ou compreender um determinado fenômeno por diferentes pontos de vista, completa Tomaz e David (2008).

E quando essa interdisciplinaridade não está expressa no currículo, o que o professor pode fazer em sala de aula? Muitas vezes essa oportunidade surge, porém o professor está tão habituado ao cumprimento da grade curricular que acaba por não perceber a situação criada por ele, ou até pelo aluno, ao fazer algum questionamento. E para um melhor aproveitamento dessas oportunidades, Tomaz e David (2008, p. 129) elencam algumas atitudes que o professor deve tomar:

Assim, algumas iniciativas, quando conjugadas, e adotadas pelo professor podem criar condições para que ocorra aprendizagem por meio de transferência e concretizar atividades interdisciplinares em sala de aula:

- Organizar propostas de ensino da Matemática articuladas a outras disciplinas na forma de tematização, projetos ou situações-problema;
- Utilizar determinados tipos de problemas para desenvolver o trabalho com temas que traduzem para a linguagem da Matemática escolar situações do cotidiano relacionadas ao mesmo tema.

Ter um “bom” projeto ou um “bom” tema pode não ser o suficiente para desenvolver um trabalho de articulação entre as disciplinas que culmine na interdisciplinaridade.

Além de ter um planejamento, tem-se que ter ações desenvolvidas para traduzir as situações do cotidiano em linguagem matemática escolar, trazendo para sala de aula algo palpável ao aluno fazendo com que ele explore e vivencie a situação criada para compreender o uso da matemática. Outro ponto abordado é a troca de ideias entre professores de diferentes disciplinas, quando ela ocorre, a ação de transferência de saberes é facilitada.

A interlocução entre os professores das diversas disciplinas poderia ser um caminho para o desenvolvimento de ações sistemáticas de levantar aspectos comuns de sua prática com a de outro professor que trabalha com o mesmo grupo de alunos como uma alternativa para potencializar as oportunidades de interdisciplinaridade em sala de aula. A exploração das articulações esporádicas que são feitas tanto pelos professores quanto pelos alunos deve ser incorporada como uma prática escolar mais sistemática (TOMAZ; DAVID, 2008, p. 130).

Para ter-se uma ação completa de interdisciplinaridade, são necessários trabalhos conjuntos de professores e alunos, algo que leve à plenitude da ação em decorrência dos trabalhos e situações criadas para que o conhecimento produzido seja absorvido por todos, que o aluno seja muito mais que um espectador, que se torne um protagonista do seu próprio conhecimento.

2.1.7 Modelagem matemática

A modelagem matemática é concebida como um recurso ou estratégia de ensino aprendizagem, sendo considerada como uma alternativa pedagógica capaz de relacionar a Matemática com situações vivenciadas no dia a dia, trabalhando com conceitos matemáticos que tenham significados, propiciando assim, a oportunidade de ser exercida toda a criatividade que possa existir durante o processo de ensino-aprendizagem.

Um dos autores mais citados quando o assunto é modelagem matemática é Rodney Carlos Bassanezi, pois ele foi um dos pioneiros em modelagem matemática. Em suas obras destaca o processo da modelagem, suas etapas e conclusões do uso da modelagem no processo de ensino-aprendizagem.

O processo se inicia com a escolha do tema de estudo (nesse momento, ainda não se tem ideia do conteúdo matemático que será utilizado para resolver as questões colocadas por ele). A partir daí, dizemos aos iniciantes: quando não tiver ideia do que fazer para lidar com o tema, comece “contando” ou “medindo”, pois, com esse procedimento, é fatal surgir uma tabela de dados. [...] A formulação de modelos matemáticos é simplesmente uma consequência da transposição dessas etapas (BASSANEZI, 2015, p. 12).

Entretanto, segundo aponta Bassanezi (2015, p. 12), “o aprendizado de modelagem não se restringe à compreensão e ao uso de técnicas padronizadas ou procedimentos sequenciais que seguem um protocolo”, isso se dá porque se pode aprender esse método à medida que se trabalha com ele, ou seja, quanto mais inserido o procedimento em sala de aula, melhores serão os resultados obtidos.

Saber trabalhar com modelagem matemática é quase como conseguir pintar bons quadros, no sentido de que não basta conhecer as técnicas (de misturar as tintas ou obter efeitos como o pincel) ou reproduzir alguma obra de outro pintor, é preciso aliar às habilidades técnicas uma boa dose de talento (BASSANEZI, 2015, p. 13).

Nesse sentido é que o professor que deseja trabalhar com modelagem, antes de aplicá-la, tem que se preparar para tudo, ou quase tudo, que pode surgir de uma investigação acerca

de um tema proposto, principalmente quando se propõe um tema aberto. O ideal é tentar delimitar o tema, ou ao mesmo dar uma direção pela qual se quer percorrer, para que as dúvidas, indagações e validações estejam dentro do seu campo de conhecimento.

E por ser tão notável trabalhar com a modelagem matemática é que este trabalho de pesquisa de conclusão de curso teve a modelagem como principal objeto de pesquisa, sendo estudados seus métodos, procedimentos, etapas, conclusões, prós e contras do seu uso aplicado ao ensino.

2.2 O PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA

A Modelagem matemática é tão antiga quanto à própria Matemática, surgiu da necessidade que o homem tinha para compreender o meio em que vivia. Para Biembengut e Hein (2005, p. 8), “a modelagem matemática, arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações-problema de nosso meio, tem estado presente desde os tempos mais primitivos”. Percebe-se, então, que os modelos matemáticos já estavam presentes desde a criação da primeira roda até os dias atuais.

A expressão de seus termos, Modelagem matemática, surgiu durante o Renascimento quando ainda eram concebidos os princípios da Física, baseados na linguagem e métodos matemáticos. Atualmente, a Modelagem matemática é uma das tendências mais recente na educação e cada vez mais vem conquistando seu espaço com relação a sua utilização como técnica de ensino de Matemática.

Hoje, a modelagem matemática constitui um ramo próprio da Matemática que tenta traduzir situações reais para uma linguagem matemática, para que, por meio dela, se possa melhor compreender, prever e simular ou, ainda, mudar determinadas vias de acontecimentos, com estratégias de ação, nas mais variadas áreas de conhecimento (BIEMBENGUT, HEIN, 2005, p. 8).

Antes de conceituar Modelagem matemática, é de grande importância definir o que é um modelo matemático, já que a prática de modelar limita-se à elaboração de um modelo.

2.2.1 Definição de modelo matemático

A concepção de modelo está presente em todas as áreas do conhecimento. O conceito de modelo tem diferentes significados, porém baseado nesse estudo, o termo modelo caracteriza-se como sendo a representação de alguma coisa. “Assim, o modelo tem a função de

explicar e/ou expor características de algo que não está presente, mas se torna presente por meio do modelo” (ALMEIDA; SILVA, 2014, p. 2).

O homem em sua rotina diária está sempre fazendo o uso de modelos, seja na interação com outros, ou até mesmo no preparo de alguma atividade, em que tal representação pode ser por meio de um desenho ou imagem, um projeto, um esquema, um gráfico, uma lei matemática, dentre outras maneiras.

Em matemática, usamos e construímos modelos – modelos matemáticos – para explicar, representar e fazer previsões para situações e torná-las presentes usando matemática. O modelo matemático é então um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, que é expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, em geral, não matemático (ALMEIDA; SILVA, 2014, p. 2).

Mesmo que tenha diferentes concepções a respeito de modelo matemático, o sentido de seu conceito é efetivamente o mesmo, como sendo então, uma representação simplificada do real de acordo com o ponto de vista do observador.

A noção de modelo apresenta-se de modo que as situações da realidade, ao identificarem-se problemas, necessitam de resoluções e definições providas da matemática, ou seja, indiferentemente do caso, a solução de um determinado problema, quando identificado, exige uma formulação matemática.

Desse modo, seguem algumas concepções de modelo matemático:

- a) Bassanezzi (2002, p. 20), “chamaremos simplesmente de Modelo Matemático um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”;
- b) Biembengut e Hein (2005, p. 12), “nesta perspectiva, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real, denomina-se modelo matemático”;
- c) e por fim, Fange (1971 *apud* Biembengut, 2005, p. 16), “um modelo não é um objeto, uma obra arquitetônica ou uma tecnologia, mas sim o projeto, o esquema, a lei ou a representação que permite a produção ou reprodução ou execução desta ação.

Dessa maneira, pode-se dizer que “um modelo pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais etc.” (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 12).

Segundo articula Bassanezi (2002, p. 20),

A importância do modelo matemático consiste em se ter uma linguagem concisa que expressa nossas ideias de maneira clara e sem ambiguidades. Nota-se que a realização de um modelo matemático não é algo tão simples, pois nesse processo deve-se chegar a uma representação matemática que seja mais adequada possível, isto é, o modelo usado decorrerá do fenômeno investigado, dos aspectos escolhidos e das ferramentas à disposição.

Na representação de algo, ou seja, um modelo, propõe uma sequência de técnicas que passam pela investigação da situação ou fenômeno a ser modelado, em que o observador faz uma análise da atividade realizada, compreendendo os significados produzidos. Essa série de estratégias é identificado como processo de modelagem.

2.2.2 Definição de modelagem matemática

Modelagem é um conjunto de processos utilizados na construção de modelos de todas as áreas do conhecimento. A modelagem matemática é considerada como sendo a obtenção de um determinado modelo; de modo genérico, o significado do termo modelagem é de dar forma a algo por intermédio de um modelo.

Nesse sentido, segundo citam Almeida e Silva (2014, p. 02):

a modelagem matemática visa propor soluções para problemas por meio de modelos matemáticos. O modelo matemático, neste caso, é o que dá forma à solução do problema e a modelagem matemática é a atividade de busca por esta solução.

Pode-se dizer que a modelagem matemática é um procedimento que envolve a elaboração de um modelo, sendo possível a realização de avaliações e previsões com base na situação utilizada. Biembengut e Hein (2005, p. 11), referem que, “nesse sentido, a modelagem, arte de modelar, é um processo que emerge da própria razão e participa da nossa vida como forma de constituição e de expressão do conhecimento”.

Seguem as principais reflexões a respeito de Modelagem matemática:

- a) Para Burak (1992, p. 62), 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”;
- b) “Diferentes perspectivas de Modelagem matemática na Educação Matemática têm como característica comum o objetivo de resolver algum problema não-matemático

da realidade por meio de teorias e conceitos matemáticos” (BARBOSA; CALDEIRA; ARAÚJO, 2007, p. 17);

- c) “Genericamente, pode-se dizer que a matemática e realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-los interagir” (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 13);

A modelagem matemática teve uma função de grande importância na construção da Matemática. Assim, conforme escreveu D'Ambrósio em Prefácio de Bassanezi (2002):

A modelagem matemática é matemática por excelência. As origens das ideias centrais da matemática são o resultado de um processo que procura entender e explicar fatos e fenômenos observados na realidade. O desenvolvimento dessas ideias e sua organização intelectual dão-se a partir de elaborações sobre representações do real.

Portanto, é possível determinar a modelagem matemática como uma reunião de procedimentos, capaz de possibilitar a representação da realidade cotidiana por meio da realização de um modelo matemático, o qual tem o papel de detalhar a situação real utilizada. Tal modelo permite fazer uma observação entre as circunstâncias, realizando uma interpretação de informações, ponderações, conclusões dos resultados obtidos com suas suposições.

2.2.3 Etapas da modelagem matemática

Baseados nos estudos já realizados notou-se uma diferença entre os termos, modelagem matemática e modelo matemático e seus significados.

O ato de modelar manifesta-se a partir de alguma inquietude, ou melhor, de uma situação problema. A obtenção de um modelo tem por objetivo, então, solucionar um problema da realidade, que muitas vezes afeta um determinado grupo.

A Modelagem matemática consiste, portanto, em partir de uma situação inicial, também conhecida como problemática, e chegar a uma situação final, que corresponde à solução para a problemática, que vem associada a uma representação ou modelo matemático (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013 *apud* CASTRO; VERONEZ, 2018, p. 472).

Biembengut (2004, p. 17) anuncia que, “na matemática, em particular, o processo de modelagem requer do modelador, além de talento para a pesquisa, conhecimento matemático e capacidade de fazer leitura do fenômeno sob a ótica matemática”.

Voltando-se à aplicação desse processo no ensino da matemática, a utilização de modelos serve para demonstrar e explicar conteúdos matemáticos de modo diferente, pois é trabalhado com os alunos situações problemas de suas realidades.

Quando se modela uma situação, busca-se a verdade naquele instante, naquela realidade, sujeita a uma série de hipóteses que, em verdade danificam o desenvolvimento do modelo. É aqui que se encontra a limitação crucial da modelagem matemática. Com efeito, o ato de modelar situações (sejam para o ensino ou não) traz consigo a postura de modelador ao captar a resposta autêntica, sendo que muitas vezes, deva-se por satisfeito quando tão somente logra entrar no coração da pergunta (BARBOSA; CALDEIRA; ARAUJO, 2007, p. 46).

Sabe-se que a técnica de modelagem matemática está ligada à resolução de situações problemas por meio da utilização do modelo matemático, o qual inicia com uma escolha da situação problema que tem como objetivo relacionar a matemática com o problema estudado.

Para que se consiga um bom desenvolvimento durante a realização dessa atividade, é fundamental seguir as seguintes etapas: interação, matematização, resolução, interpretação de dados e validação.

2.2.3.1 *Interação*

Essa primeira etapa remete-se ao momento em que se tem o primeiro contato com a situação problema escolhida, com o propósito de entender as características e particularidades do ambiente de investigação. Requer dizer que esta fase é a oportunidade de inteirar-se, informar-se, ter conhecimento com relação à situação.

Nessa etapa, o foco principal é a escolha do tema e a procura por dados referentes a ele, sendo direcionada à elaboração do problema e à determinação de objetivos para sua solução. Nesse sentido, já que o momento é de conhecer o tema a ser trabalhado, torna-se imprescindível a pesquisa em fontes como: livros, sites, exploração de campo e diálogo com pessoas profissionais na temática, para que assim, auxiliem no entendimento da situação.

Com base no ensino de matemática, nota-se a variedade de conteúdo que pode ser trabalhado no ambiente escolar. É de grande valia que o educando tenha a criatividade de escolher um tema que lhe cause interesse para, posteriormente, investigar e solucionar a situação. Portanto, o aluno precisa saber como ocorre a realização do processo de modelagem e o quão importante é a escolha do seu tema para o desenvolvimento do trabalho.

2.2.3.2 *Matematização*

Essa etapa caracteriza-se como sendo a mais difícil e desafiadora. Após a escolha do tema, a fase seguinte é a matematização, a qual se restringe a uma tradução da situação problema (linguagem natural) para uma linguagem matemática.

Nessa fase tem-se a descrição matemática do problema real, em que se procura por uma apuração dos aspectos envolvidos, uma investigação de possibilidades e o direcionamento da construção do modelo matemático.

Almeida e Silva (2014, p. 5) informam que:

a busca e elaboração de uma representação matemática são mediadas por relações entre as características da situação e os conceitos, técnicas e procedimentos matemáticos adequados para representar matematicamente estas características.

O principal objetivo dessa ação é deduzir uma solução à situação problema, ou até mesmo solucioná-la por intermédio de expressões ou equações algébricas, fórmulas, gráficos, representações ou um *software* computacional. Baseando-se nessa caracterização, percebe-se que essa fase é aquela em que se obtêm os significados matemáticos que tem o intuito de explicar e organizar problemas da realidade.

Na aplicação do processo de ensino, constata-se a dificuldade que os alunos encontram na realização dessa etapa, pois ao estabelecer o problema, o aluno precisa identificar conceitos matemáticos que podem ser trabalhados na situação utilizada.

2.2.3.3 *Resolução*

Essa etapa baseia-se na elaboração de um modelo matemático, com o propósito de caracterizar a situação problema, podendo ser exploradas questões importantes da situação pesquisada, resolvendo as indagações elaboradas. Em alguns casos também é possível fazer estimativa para o problema estudado.

Nessa compreensão o modelo matemático, construído nessa fase, é reconhecido como uma estrutura matemática que representa alguma coisa cuja finalidade pode ser “prever o comportamento de um fenômeno, ser demonstrativo de algo (como uma maquete), ter um fim pedagógico (auxiliar na ilustração de um conceito), ser descritivo de algo, entre outras coisas (ALMEIDA; SILVA; VETUAN, 2013 *apud* CASTRO; VERONEZ, 2018, p. 474).

O modelo matemático pode ser demonstrado ao se usarem símbolos e vinculações matemáticas que descrevem, de certo modo, o caso em análise, e conduzem à resolução da questão decorrente dessa situação.

A construção do modelo matemático não assegura a solução da situação problema, mas ajuda a decifrar as resoluções e investigar se esta satisfaz a situação inicial. De outra forma, torna-se obrigatório reassumir a situação e aderir outros prováveis direcionamentos à resposta do mesmo problema.

2.2.3.4 Interpretação de resultados e validação

Após concluir a etapa da resolução, a próxima fase implica em um diagnóstico com relação à resposta para o problema, indicada pelo modelo matemático. A interpretação do resultado requer uma realização de análises para prováveis soluções da situação problema.

Essa fase caracteriza-se por uma análise, que compreende um processo avaliativo elaborado pelos envolvidos nesse trabalho e resulta em uma validação da tradução matemática ligada à problemática em questão, levando em conta os métodos matemáticos envolvidos, tanto quanto à adaptação da representação ao problema.

No processo de ensino-aprendizagem, observa-se que esta ação objetiva a capacitação para elaborar e aplicar modelos, e visa, também, o desenvolvimento do educando com relação a aptidão de avaliar os processos de construção do modelo matemático e os diversos contextos para suas aplicações.

Segundo comentam Almeida e Silva (2014, p. 8), “nesta ação, o aluno necessita expor para outros o julgamento do valor de teorias e métodos, além de apresentar e justificar suas escolhas baseadas em argumentos racionalmente fundamentados, reconhecer que a situação requer alguma subjetividade”.

Portanto, pode-se dizer que o objetivo da atividade de modelagem matemática é despertar no aluno o interesse pelo estudo de um tema voltado à realidade, em que possa realizar pesquisas, análises e procurar alternativas para solucionar o problema identificado.

2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO MÉTODO DE ENSINO

Atualmente, o ensino da matemática vem sendo alvo de discussão por muitos pesquisadores e educadores, que debatem sobre o baixo rendimento dos alunos na disciplina de matemática. Percebe-se que no processo de ensino-aprendizagem, há questionamentos dos

alunos sobre a importância ou o porquê estudar determinados conteúdos matemáticos e onde utilizarão esse aprendizado no seu cotidiano. Talvez o motivo dessa reação seja porque o currículo é conteudista ou tradicional, fazendo com que o aluno trate a matéria apresentada apenas como algo que nunca usará em sua vida, por não se tratar de algo que seja vivenciado no seu dia a dia.

Segundo Burak (1992, p. 68) menciona, “o ensino da matemática na maioria das escolas, com raras exceções, enfatiza em demais as regras, a memorização para as respostas às questões matemática”.

A atual proposta de ensino da matemática ainda é reconhecida pelo uso de memorização e mecanização de conceitos, sendo que o educando tem a função de gravar fórmulas e aplicá-las em listas de atividades com uma grande quantidade de questões. Verifica-se, então, que essa metodologia de ensino adotada nas instituições não é adequada para uma aprendizagem significativa.

Por muito tempo, vimos e fomos sujeitos de um quadro relativo ao ensino e à aprendizagem da Matemática no qual a preocupação principal centrava-se no treinamento dos alunos em exercícios com respostas prontas, ou seja, o aluno adquiria um conhecimento mecânico; o ensino era, assim, dirigido pelas repetições, com a ausência do pensar e do agir. Nessa abordagem pedagógica que se limita à transmissão de informação e ensino programado, os alunos devem fazer os exercícios apenas repetindo as regras, isto é, reproduzindo o conhecimento que lhes foi transmitido (BARBOSA; CALDEIRA; ARAÚJO, 2007, p. 117).

Avista-se que o ensino educacional ainda está sendo dominado por correntes teóricas e abstratas, ou seja, teorias e técnicas que, inúmeras vezes, são apresentadas e elaboradas sem nenhuma relação com a realidade, e quando são mostradas com exemplos são expostas de modo artificial.

Entende-se a razão disso. A realidade é muito complexa. Para que se possa lidar com problemas reais é necessário que o observador tenha grande flexibilidade e conhecimentos variados. Trabalhar com a realidade intimida e inibe a abordagem no ensino. Fica-se no teórico e abstrato, mencionando que “essas teorias e técnicas servem para isso ou aquilo”, ilustrando com exemplos artificiais, manipulados e descontextualizados (D'AMBRÓSIO, 2002, p. 11).

O ensino da matemática tem que ir além de simples resoluções de questões matemáticas, pois, muitas vezes, o aluno não consegue ver significado naquilo que aprendeu. Pelo contrário, o educando precisa ver sentido naquilo que está estudando para que assim consiga criar competências e habilidades e, posteriormente, utilizá-las em situações do seu dia a dia.

No processo evolutivo da Educação Matemática, a inclusão de aspectos de aplicações e mais recentemente, resolução de problemas e modelagem, têm sido defendidas por várias pessoas envolvidas com o ensino de matemática. Isto significa, entre outras coisas, que a matéria deve ser ensinada de um modo significativo matematicamente, considerando as próprias realidades do sistema educacional (BASSANEZI, 2002, p. 36).

A discordância ao método de ensino tradicional leva a pensar na precisão de escolher metodologias diferentes e práticas didáticas capazes de estimular o aluno a desenvolver habilidades de criar, de produzir e de compreender concepções que propiciem à leitura e à percepção do mundo real.

Barbosa (2001, p. 06) entende que, “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”.

O que se pretende aqui é mostrar que a Modelagem matemática é uma alternativa para o ensino e aprendizagem da Matemática escolar, que pode proporcionar aos alunos oportunidades de identificar e estudar situações problema de sua realidade, despertando maior interesse e desenvolvendo um conhecimento mais crítico e reflexivo em relação aos conteúdos da Matemática (ALMEIDA; DIAS, 2004, p. 7).

Conforme refere Barbosa (2001, p. 5), a modelagem pode ser entendida “em termos mais específicos. Do nosso ponto de vista, trata-se de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento”.

[...] no setor educacional, a aprendizagem realizada por meio da modelagem facilita a combinação dos aspectos lúdicos da matemática com seu potencial de aplicações. E mais, com este material, o estudante vislumbra alternativas no direcionamento de suas aptidões ou formação acadêmica (BASSANEZI, 2002, p. 16).

A modelagem matemática como ferramenta educacional deve favorecer e incentivar o educando para novas aprendizagens, mostrando-lhe o porquê de aprender tal conteúdo, qual seu significado para a sua vida, como poderá utilizar em sua rotina diária e não ser vista somente como uma aplicação de um simples conteúdo.

Dessa forma, a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece ao mesmo tempo em que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico (BIEMBENGUT, HEIN, 2005, p. 18).

Na realização de uma atividade de modelagem matemática, tem-se a construção de um modelo matemático por meio de uma situação problema, no qual se proporciona ao educando motivações nesse processo de aprendizagem, pois ao deparar-se com este tipo de atividade, o aluno faz uma procura por soluções para o problema, podendo encontrar variadas formas e técnicas para uma possível resolução, estimulando assim sua criatividade e seu raciocínio.

Em Bassanezi (2002, p.17) encontra-se que, “a modelagem matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia teoria e prática, motiva seu usuário na procura do entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la”.

Nesse sentido, os alunos são instigados a investigar, pesquisar, debater e argumentar, mediado pelo espaço de estudo e observação, proporcionando assim, a percepção dos dados coletados e obtidos por si próprios. Torna-se fundamental no ensino por meio da modelagem matemática que os alunos busquem investigar e vivenciar fatos reais para então analisá-los e retratá-los.

A escola deve ter a preocupação de mobilizar o aluno para se tornar um aprendiz, construindo mais competências e menos acúmulo de conhecimentos. O processo educacional deverá orientar-se no sentido de oferecer condições para que o aluno possa analisar e argumentar criticamente a realidade cultural, social e política em que vive (BARBOSA; CALDEIRA; ARAÚJO, 2007, p. 117).

Sabe-se, também, que esta técnica pode ser utilizada no ensino de matemática, independente do grau de escolaridade dos alunos, podendo ser utilizado desde as séries iniciais até um curso de pós-graduação. Na implementação deste método, o professor utiliza a modelação matemática, por meio da qual conduz o desenvolvimento do conteúdo prático com base em um tema ou modelo matemático e direciona o estudante na elaboração de seu próprio modelo.

No cotidiano das pessoas, muitas atividades podem ser pensadas em aplicações no processo de modelagem. Para tanto, é necessária a obtenção de um problema que demande de criatividade, interesse, percepção e recursos matemáticos disponíveis. Portanto, depreende-se que a técnica de modelagem matemática é um ótimo método de ensino que deve ser utilizado no ambiente escolar.

3 FUMICULTURA

Abordam-se, a seguir, alguns aspectos sobre o cultivo do fumo ou tabaco que são designações vulgares de diversas plantas do gênero *Nicotiana* (família das Solanáceas) particularmente a *Nicotiana Tabacum* e dos produtos elaborados com suas folhas, apresentando dados históricos, de produção, econômicos e sociais, questões ambientais e uma breve explanação sobre a cultura do tabaco a nível mundial, Brasil, regional e local.

3.1 HISTÓRICO DO CULTIVO DO TABACO

Apresenta-se na sequência um breve histórico do cultivo do tabaco, com suas principais características e curiosidades.

3.1.1 Fumicultura no mundo

De acordo com o Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco – SINDITABACO (2020, p. 1), “a origem do tabaco é considerada pela maioria dos historiadores como sendo de origem americana, onde foi cultivado pelos indígenas, tanto da América do Sul como do Norte”. Uma das possibilidades mais aceitáveis é de que essa planta veio a surgir nos vales orientais dos Andes Bolivianos e expandiu-se pelo território brasileiro por meio das migrações dos índios, principalmente os Tupi-Guaranis.

No ano de 1492 em novembro, os índios foram vistos fumando pela primeira vez pelos acompanhantes de Cristóvão Colombo. As plantas chamadas tabaco, de acordo com os historiadores, foram transportadas para a Europa e assim cultivadas pela família real portuguesa por apresentar-se como forma de enfeite e também pelo uso na prática medicinal.

Desse modo, em 1560, Jean Nicot, o embaixador da França em Portugal, quando soube que a determinada planta tratava enxaquecas, fez um envio da mesma para sua rainha em Paris, Catherine de Medicis, que sofria desse problema. A rainha então começou com o hábito de fumar e os nobres de sua corte a imitavam, e assim espalhou-se pelos outros países da Europa, gerando o comércio de tabaco em pó, conhecido como rapé.

Em consequência, a planta tabaco foi descoberta e utilizada em todo o mundo em apenas um século, sendo difundida de duas formas, a primeira pelos marinheiros e soldados, pois utilizavam como um passatempo enquanto viajavam por grandes períodos; já a segunda,

aconteceu ao longo das emissões portuguesas que transportavam a planta para França e Portugal, espalhando-a para os demais países do oriente, da África e europeus.

3.1.2 Fumicultura no Brasil

De acordo com SINDITABACO (2020, p. 1), “no Brasil, no início do século XVI, os primeiros portugueses a desembarcarem no país já encontraram o cultivo de tabaco em quase todas as tribos indígenas. Para os índios brasileiros, a planta possuía caráter sagrado e origem mítica”. Sua utilização, normalmente, delimitava-se a um ritual religioso, como forma para invocação dos deuses e adivinhações, tal como para práticas medicinais, entre elas, destacam-se a melhora de ferimentos, dor de cabeça e também no estômago. Sua utilização era reservada unicamente aos pajés, ou melhor, aos feiticeiros.

Os indígenas usavam a planta tabaco de vários modos, podia ser comido, bebido, mastigado, cheirado e pitado, porém o costume de fumar prevaleceu e esta maneira de tragar se expandiu pelo mundo inteiro no decorrer dos anos. A planta, que era usada como ritual religioso, passou assim a ser uma mercadoria comercial das dependências europeias, em especial, da Virgínia, das Antilhas e do Brasil.

Logo, o cultivo e a comercialização de tabaco, no Brasil, tiveram sua relevância marcada. Durante o século XVII, o seu mercado passou a ser conhecido com certos direitos e tributações, sendo destacado entre os produtos predominantes exportados ao longo do período do Império.

A importância da planta é tanta que está marcada até os dias atuais no brasão das Armas da República, onde o símbolo da nacionalidade brasileira está coroado pelo tabaco pendurado e o ramo de café frutificado, conforme se ilustra na Figura 1.

Figura 1 – Brasão das Armas da República Federativa do Brasil



Fonte: BRASIL (2015).

3.1.3 Fumicultura na Região Sul do Brasil

De acordo com Dutra e Hilsinger (2013) os estados da região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) possuem importância no contexto nacional, pela produção obtida, envolvendo expressivo número de famílias (esse fato justifica a escala mesoregional), movimentando a economia e gerando empregos e renda nos meios urbano e rural.

O fumo é uma cultura agrícola que, no sul do Brasil, é cultivada em estruturas fundiárias de propriedades familiares, com emprego intensivo de mão-de-obra. A cultura do tabaco já estava presente na agricultura colonial, mas até o início do século XX era pouco expressiva em quesitos como área plantada e volumes de produção (DUTRA; HILSINGER, 2013, p. 20).

O que facilitou a disseminação da cultura fumageira no sul do Brasil foi a farta mão-de-obra existente, já que havia várias colônias alemãs e italianas em toda a região. Outro fator contribuinte foi a política de incentivos do governo nos primeiros anos do século XX, que possibilitou a desconcentração espacial do cultivo, já que, na época, os maiores centros produtivos da planta eram no nordeste brasileiro.

Em sua pesquisa Dutra e Hilsinger (2013, p. 28) destacam alguns dados importantes sobre a produção no sul do país:

Os valores demonstram a importância que a produção fumageira alcançou principalmente no que se refere ao número de famílias que empregam a força de trabalho diretamente na produção. Nas safras 1979/80, estimava-se o número de famílias da ordem de 94.080. Já na safra 2010/11, houve aumento indicando a quantidade de 186.810 famílias produtoras. É possível salientar o aumento na área cultivada, e a produção total alcançada, como, por exemplo, o valor estimado de hectares plantados na safra 1989/90, que era de 201.940, e na safra 2010/11 apresentava 372.910 hectares cultivados, comprovando aumento na área destinada a atividade. Quando se leva em consideração o contexto em que se dá a produção, basicamente em propriedades familiares, vislumbra-se sua importância com a geração de empregos e renda em áreas rurais.

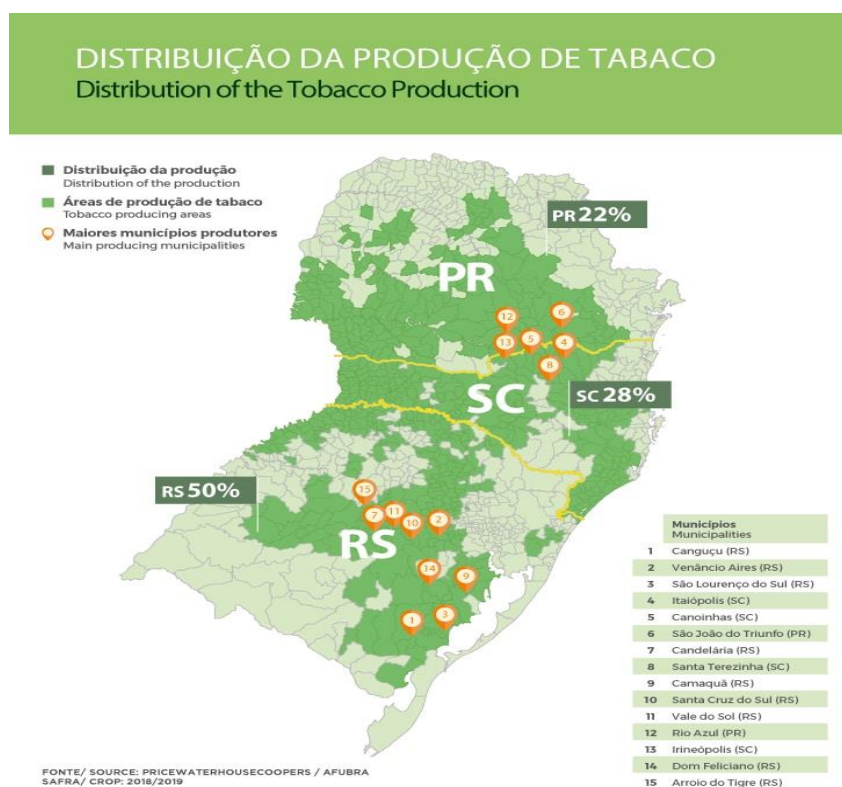
Esses dados demonstram como a fumicultura é importante para todo um povo que depende da produção e comercialização da planta para manterem suas propriedades e, ainda, gerarem empregos.

É preciso salientar que a atividade da fumicultura sul-brasileira é operacionalizada por empresas multinacionais. Raros são os casos de indústrias locais ou empresas de pequeno porte na atividade e, quando existem, possuem escala de atuação limitada. O setor fumageiro é dominado por grandes corporações (DUTRA; HILSINGER, 2013, p. 25).

Mesmo a maioria de produtores sendo de propriedades familiares, essa produção é integrada numa rede de produtores, em que as grandes empresas ditam as regras e a vantagem ao pequeno agricultor é de ter os riscos que envolvem as atividades agrícolas diminuídas.

Na Figura 2 demonstram-se os municípios da Região Sul do Brasil produtores de fumo.

Figura 2 – Municípios produtores de fumo na Região Sul do Brasil



Fonte: AFUBRA (2020).

Observa-se na Figura 2 a distribuição da produção, áreas de produção de tabaco e os maiores municípios produtores.

3.1.4 Fumicultura em Orleans

No início de seu texto sobre a cultura fumageira em Orleans, em sua obra celebrativa ao primeiro centenário da cidade, Souza (2013, p. 115) manifesta-se da seguinte forma: “ânimo, desenvolvimento, progresso social, combate à miséria, nada é possível para uma pessoa ou um grupo social sem que haja produção, comercialização e consumo”. Fazendo alusão aos primeiros colonos que vieram para aquelas terras com a intenção de gerar riquezas, sustentar às famílias e fazer a cidade prosperar.

No entanto, não foi bem assim que aconteceu. Muitos imigrantes compraram as terras do Cond'Eu e da Princesa Isabel, pois a região onde se situa Orleans foi um dote da Coroa aos recém-casados, e com o intuito de fazer render este dote, repartiram e venderem as porções de terras aos recém chegados da Europa e do litoral brasileiro. Como os compradores tinham os ensinamentos de desmatar, queimar e plantar, essa prática deixava a terra infértil e, por consequência, improdutiva. A solução então para muitos, foi migrar para o Oeste do Paraná onde ainda encontravam terras por explorar.

Diante da forma rudimentar de trabalho, estavam sempre em busca de terras novas para plantar e iam consequentemente abandonando àquelas que já não correspondiam mais às expectativas, terras consideradas improdutivas. A terra boa só vinha com as novas derrubadas e queimadas e, desta forma, foram desmatando as terras mais apropriadas para o plantio, com acesso de maior facilidade. Sobravam terras com matas em locais com bastante dificuldade para chegar e estas matas depois foram exploradas pelos madeireiros. Isto fez com que o nosso meio ambiente, fauna e flora tivessem sérios prejuízos (SOUZA, 2005, p. 29).

De acordo com a obra de Souza (2005), esses imigrantes tinham uma propriedade quase que de subsistência, sendo que tinham o suficiente à sobrevivência da família, e o pouco que sobrava era vendido em pequenos armazéns. A vida era muito difícil porque o acesso às propriedades era precário, não havia incentivos públicos em melhorias e nem política pública prevendo tais melhorias. Com poucos recursos técnicos e financeiros, todo consumo era muito controlado para durar o tempo necessário.

Sobre toda a dificuldade vivenciada por aquele povo, Souza (2005, p. 28) destaca que, “faziam compras uma vez por ano daquilo que não conseguiam produzir nas propriedades, e suas residências eram modestas, feitas com madeira sem beneficiamento e algumas de pau-a-pique. Essa situação ainda era muito comum no início dos anos setenta”.

Ainda, de acordo com Souza (2005), em 1956, sem nenhum projeto político para ajudar a população a sair do desespero, aparece na região o Senhor José Vicentini, a mando da Empresa Souza Cruz, para incentivar na região o cultivo do fumo.

Planejou sua ação e estabeleceu como primeira meta conhecer as propriedades e o pensamento dos agricultores, pois precisava saber quem estava mais aberto para possíveis mudanças. Essa etapa do seu projeto foi longa, mas obteve bons resultados, e Orleans começou a estancar a saída de sua gente e a construir uma história com novo rumo, vislumbrando um futuro mais promissor para todos que quisessem continuar cidadãos dessa terra (SOUZA, 2005, p. 31).

Apesar de toda desconfiança dos produtores com as novas técnicas de manejo e adubação da terra, o Sr. José Vicentini conseguiu comprovar a eficiência do modo de plantio e

cultivo da terra. Foi então que, na década de 1960, a fumicultura mostrou-se lucrativa e assim houve considerável queda da migração. Como salienta Souza (2005, p. 38), “as novas técnicas de cultivo reanimaram o povo com boas colheitas. As terras voltaram a ter valor econômico e os problemas sociais começaram a diminuir”.

Um contraponto foram as escolas, que continuaram a ensinar a copiar, a ler e fazer contas, tendo os conteúdos não associados à realidade da região, fazendo com que a evasão escolar tivesse um índice altíssimo, tendo assim uma população, em sua grande parte, analfabeta e com poucos recursos, o que para os políticos da época era o ideal, visto que um povo sem cultura é um povo de fácil manipulação.

Atualmente, existem ainda muitas propriedades produtoras da folha do tabaco, a Prefeitura Municipal de Orleans (2020) acentua:

O fumo em folha representa atualmente um expressivo volume da renda de nossos agricultores. Implantado pela Cia. Souza Cruz há mais de trinta anos, este processo de plantio e secagem das folhas foi largamente difundido no município, alcançando hoje um número altamente expressivo de 1.700 estufas considerando-se a existência de pouco mais de 1800 estabelecimentos agrícolas. Orleans acha-se entre os primeiros produtores de fumo no sul catarinense. Apesar da destinação do produto, hoje tão combatido em todo o mundo, foi a cultura que permitiu a ocupação de todos os membros da família num cultivo assistido com a melhor tecnologia, possibilitando que as mesmas técnicas fossem aplicadas às demais culturas. Na área comercial trouxe uma garantia de preço e ainda o pagamento dentro do prazo determinado, estabilizando assim a economia rural (ORLEANS, 2020, p. 1).

Constata-se que, mesmo com tantas dificuldades, os fumicultores ainda persistem no cultivo do fumo, gerando emprego e renda a centenas de famílias, trazendo-lhes recursos para seu sustento e gerando riqueza ao município.

3.2 *NICOTIANA TABACUM*

Neste tópico divulgam-se as principais características da planta, tipos cultivados e etapas do plantio.

3.2.1 **Características da planta**

É uma planta de grande porte, podendo chegar a medir até 2,5m de altura. Possui folhas com uma coloração esverdeada e suas flores são brancas ou rosadas (Figura 3) e são removidas manualmente, cerca de 50 por cada unidade, no processo chamado de desbotamento, com o intuito de aumentar a força vital da planta.

Figura 3 – Planta pendoando



Fonte: FEBRACT (2017).

Todas as partes são pegajosas e cobertas por uma espécie de pelo que exalam uma secreção amarelada, que contém a nicotina, que recebe esse nome em homenagem ao Jean Nicot, francês que ajudou a difundir o uso do tabaco na Europa.

Propaga-se por meio de sementes que são plantadas em bandejas (Figura 4), e quando adquirem o tamanho entre 10 e 15 cm de altura são transplantadas. No caso de estufas, o plantio deve ser feito entre os meses de junho e julho e o corte das folhas e flores é feita em torno de 70 a 90 dias após o transplante.

Figura 4 - Mudas na bandeja



Fonte: Autores (2020).

Cada planta de fumo produz em média 20 folhas que, depois de secas, equivalem a cerca de 180 a 200 gramas por planta. Uma curiosidade interessante a respeito do fumo é que, após o corte, a planta revigora-se, nasce um novo caule e, dependendo da saúde da planta, pode sofrer até cinco cortes.

Figura 5 – Plantio



Fonte: Autores (2020)

Observa-se na Figura 5 as mudas de fumo transplantadas nos carreiros.

3.2.2 Tipos de tabaco cultivado

As propriedades da região Sul do Brasil, em sua maioria, cultivam tabaco em folhas proveniente da espécie *Nicotiana tabacum* L., que são submetidos à cura natural ou artificial, e a fabricação de cigarros tem como principal destino, contudo também são produzidos e desfiados a outras finalidades. Segundo o Sinditabaco (2020, p. 1), “o tabaco produzido nos três estados do Sul do Brasil é dividido em dois grupos: Tabaco de Galpão (TG) e Tabaco de Estufa (TE)”, conforme se descrever a seguir.

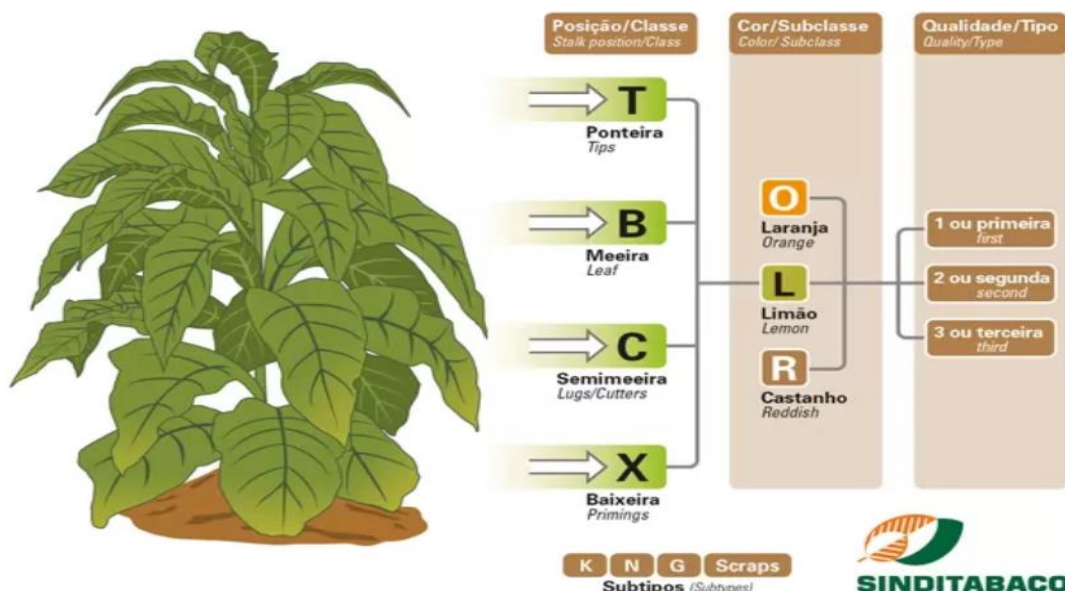
Tabaco de Galpão (TG) - As variedades desse grupo são assim chamadas, pois as plantas são curadas em galpões ventilados naturalmente, levando cerca de 40 dias para completar o processo de cura. Na região Sul do Brasil, duas variedades desse grupo são produzidas: o *Burley* e o Galpão Comum, ambos com tonalidade escuras e que participam com aproximadamente 14% e 1%, respectivamente, do total produzido.

Tabaco de Estufa (TE) - Fazem parte deste grupo as folhas claras submetidas à cura em estufas com temperatura e umidade controladas (*flue cured*), em processo que demanda de cinco a sete dias para ser concluído.

Conforme dados do Sinditabaco (2020), no grupo do tabaco de estufa, encontram-se todas as cultivares da variedade Virgínia, responsável por 85% do volume produzido na safra 2013/2014, segundo pesquisa da *Price Waterhouse Coopers*. A variedade Amarelinho também era produzida na região Sul do Brasil, e na safra 1988/89 teve seu maior volume produzido, com 43.201 toneladas (11% da safra). No entanto, por questões de preferência de mercado, sua produção foi diminuindo até que em 1997 não houve mais interesse por sua comercialização.

Na Figura 6 demonstram-se as formas de classificação do tabaco.

Figura 6 – Classificação do fumo por classe/cor/qualidade



Fonte: Sinditabaco (2020).

Nota-se na Figura 6 que o fumo pode ser classificado por posição, cor e qualidade.

3.2.3 Etapas do cultivo

As principais etapas realizadas pelo produtor na cultura do fumo são: compra das sementes, semeadura, plantio, colheita, secagem e armazenamento do fumo. Nos próximos itens explana-se sobre cada uma delas.

3.2.3.1 Compra das sementes

As sementes são compradas em potes que contêm vinte mil unidades. De modo geral, são utilizadas dezesseis mil sementes por hectare cultivado. Como toda planta tem as que não se desenvolvem, por precaução, o produtor acaba tendo um estoque mínimo de sementes para o replantio e assim garantir a produção.

3.2.3.2 Semeadura

A semeadura é feita em bandejas de isopor que são divididas em duzentos compartimentos que são preenchidos com substrato (camada inferior para colocar as sementes e criar raízes).

Após o trabalho de semeadura, as bandejas são dispostas em canteiros (Figura 7), nos quais são controladas a luminosidade e a umidade para que haja a germinação e o crescimento das mudas. Quando a muda estiver no ponto de ser transplantada, o produtor faz essa transferência para a terra que foi preparada para essa finalidade.

Figura 7 – Canteiros com as mudas na bandeja



Fonte: Autores (2020).

Na Figura 7 notam-se os canteiros em que estão dispostas as bandejas com as mudas que serão utilizadas nesta safra. O local tem controle de luminosidade e umidade para que as plantas cresçam e se desenvolvam com saúde e rapidez necessária ao transplante.

3.2.3.3 Plantio

O plantio é realizado em carreiros que ficam a uma distância de 1,20m a 1,50m um do outro, e o espaçamento entre mudas fica em torno de 0,50m. Essas mudas são plantadas com o auxílio de uma máquina manual (Figura 8). Após o plantio é usada a carpideira entre os carreiros de fumo (Figura 9) para a devida limpeza do solo e colocação da terra nos pés da planta. A terra já deve estar preparada e devidamente adubada, então, a partir deste momento, o produtor acompanha o crescimento da planta e toma os cuidados recomendados, tais como: capação da floração, retirada de plantas doentes e limpeza do solo, se necessária.

Tais procedimentos são necessários para que as folhas se desenvolvam e adquiram o tamanho e a espessura desejados a fim de que se alcance a produtividade almejada da lavoura.

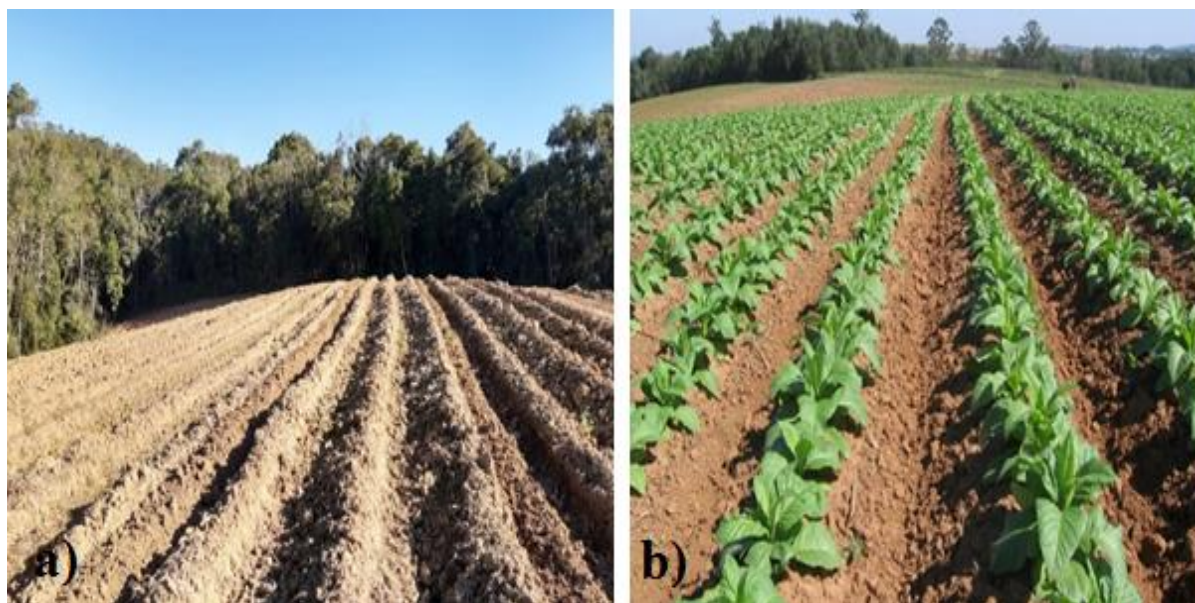
Figura 8 – Máquina de plantio manual



Fonte: Autores (2020)

A Figura 8 retrata uma máquina de plantio manual, utilizada pelo trabalhador para fazer uma pequena abertura no carreiro, e um segundo trabalhador põe a muda no orifício superior da máquina para assim ser plantada. Cada dupla de trabalhadores planta em média uma bandeja com duzentas mudas em sete minutos.

Figura 9 – Carreiros (esquerda) e mudas transplantadas (direita)



Fonte: Autores (2020).

Na Figura 9a observam-se os carreiros preparados para receber as mudas e na Figura 9b as mudas já em evolução, crescendo e sendo cuidadas para que dentro de semanas haja a desejada colheita.

3.2.3.4 Colheita

O processo da colheita inicia-se pelas primeiras folhas, que não são as de melhor qualidade, que não têm uma lucratividade boa ao produtor e recebem o nome de baixeiro, porque são as folhas da parte de baixo da planta.

A colheita seguinte são as folhas intermediárias da planta, são de melhor qualidade que a anterior e são conhecidas como meeiras. Já a colheita final são as ponteiros, folhas do alto da planta, que possuem o maior peso e a melhor qualidade.

Uma planta sadia rende em média de 180 a 200 gramas de tabaco, tendo aproximadamente 20 folhas. A produção é levada da lavoura até o local da escolha dessas folhas, na maioria das propriedades, por meio de “zorras”, que são feitos de madeira e suportam uma grande quantidade de peso, podem ser arrastadas por tração animal ou por tratores.

Para que as folhas tenham a máxima qualidade o produtor tem que ter conhecimento sobre o tempo de maturação das folhas e os devidos cuidados na colheita usando técnicas e procedimentos corretos.

3.2.3.5 Secagem

As folhas colhidas são colocadas em feixes e presas por grampos (Figura 10) com o auxílio de uma máquina e colocadas nos estaleiros dentro de uma estufa, que é aquecida por meio da queima de lenha e tem controlada a temperatura, conforme a queda de umidade que vai sendo eliminada. Esse procedimento dura em média de cinco a oito dias, dependendo das condições climáticas, tanto na colheita quanto na secagem.

Figura 10 – Grampo cheios de folhas de tabaco



Fonte: Autores (2020).

Na Figura 11 mostra-se o interior das duas estufas, onde temos os estaleiros que servem de apoio para os grampos.

Figura 11 – Estufas e seus estaleiros



Fonte: Autores (2020).

Depois da secagem os grampos são retirados da estufa e vão para a separação das folhas de acordo com a qualidade de cada uma.

3.2.3.6 Armazenamento do fumo

O armazenamento do fumo é tão importante quanto os outros, porque o descuido neste processo poderá comprometer todo o trabalho realizado até este momento. Quando o fumo seco (Figura 12) é retirado da estufa tem que ser colocado/armazenado em local seco e seguro, protegido das intempéries, para que não perca sua qualidade. Para que haja essa proteção, o fumo é envolto em lonas plásticas, ficando assim protegidas.

Figura 12 – Folhas após a secagem



Fonte: Autores (2020).

As folhas são escolhidas e separadas uma por uma, para então serem formadas as manilhas de igual qualidade, que agrupadas formarão os fardos, os quais recebem a devida identificação para que sejam transportados até a empresa compradora.

3.3 ECONOMIA EM TORNO DA FUMICULTURA

Neste tópico divulga-se o perfil dos fumicultores e suas propriedades, dados sobre a produção, economia e as questões ambientais envolvidas no processo.

3.3.1 Perfil dos fumicultores

Segundo Sinditabaco (2020), o cultivo de tabaco no Brasil tem como base as pequenas propriedades, em média com 14,6 hectares, sendo que destes, apenas 18% são dedicados à produção da folha. De acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil – AFUBRA (2020), apesar da pequena lavoura plantada, o cultivo representa 53,2% da renda familiar dos agricultores, já a área restante é reservada para culturas alternativas e de subsistência (33%), criações de animais e pastagens (24%), florestas nativas (15%) e reflorestamento (10%).

Na Tabela 1 expõem-se dados sobre a escolaridade dos fumicultores.

Tabela 1 – Escolaridade do fumicultor

ESCOLARIDADE	%
Analfabeto	0,5
Fundamental incompleto	89,9
Fundamental	6
Médio incompleto	1,2
Médio	2,1
Superior incompleto	0,3
Superior	0
TOTAL	100

Fonte: Nupes/Unisc (2020 *apud* AFUBRA, 2020).

Percebe-se que há uma minoria de analfabetos e que essa fatia é composta pelos mais idosos que não tiveram a oportunidade de estudar, pois tinham que trabalhar na lavoura.

Conforme cita a Afubra (2020), a taxa de analfabetismo do fumicultor é baixa e se refere, principalmente, às pessoas mais idosas que, na época, não tiveram oportunidade de estudar, e a média de frequência escolar chega à 7ª série.

Uma informação relevante é que 26,6% das famílias que produzem tabaco não possuem terra própria, ou seja, mais de 39 mil famílias desenvolvem a cultura em regime de parceria ou arrendamento, é que revelam dados da Afubra (2020).

Com essas informações, há tempos que as indústrias de beneficiamento de tabaco incentivam os produtores a terem outras atividades, para não ficarem dependentes apenas de um produto, e, assim, terem outras rendas que possam ajudar na redução de custos e, consequentemente, aumentar a rentabilidade da propriedade.

Esse tipo de ação melhora a qualidade de vida das famílias e contribui à redução do êxodo rural, fazendo com que o trabalho no campo esteja garantido às próximas gerações.

Tabela 2 – Dados do fumicultor sul-brasileiro

FUMICULTOR SUL-BRASILEIRO			
Safrá: 2019/ 2020			
Nº de propriedades: 101.765			
Famílias produtoras: 146.430			
DESCRİÇÃO	Nº DE PESSOAS		
	MÉDIA POR		TOTAL
	Família	Propriedade	
1 Filhos independentes	0,907	1,221	132.812
2 Menores não trabalham no tabaco	0,818	1,102	119.780
3 Maiores trabalham no tabaco	2,268	3,054	332.103
4 TOTAL	3,993	5,377	584.695
5 Pessoas contratadas	0,703	0,947	102.940
Ocupações na lavoura (3+5)	2,971	4,001	435.044
DEPENDEM DO TABACO (4+5)	4,696	6,324	687.635

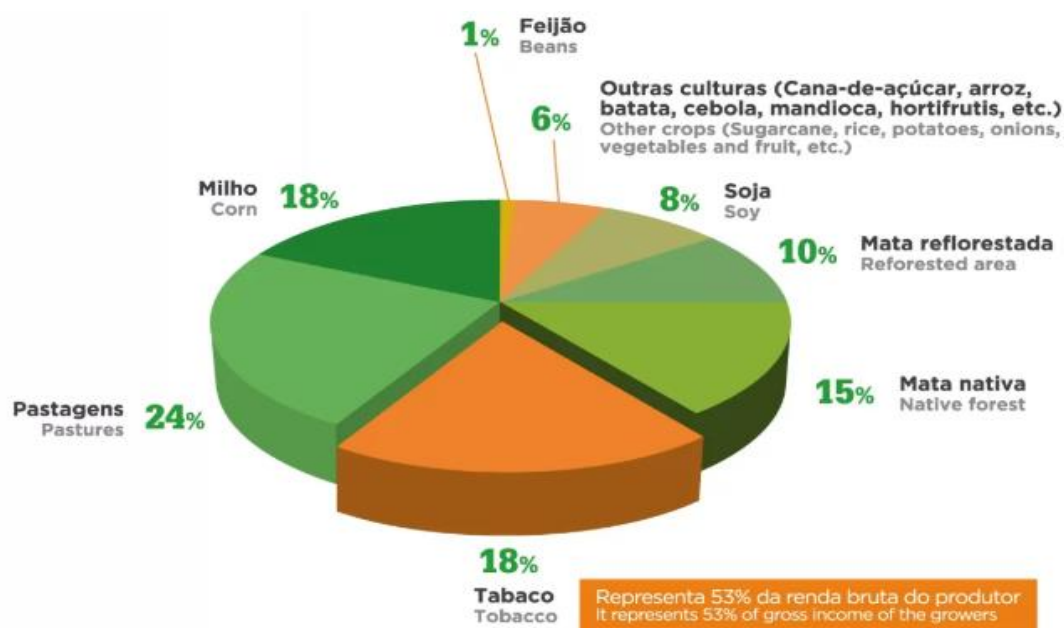
Fonte: Afubra (2020).

De acordo com a Afubra (2020), o fumicultor garante o emprego para 333 mil pessoas da família, além de gerar mais de 103 mil empregos sazonais na contratação de mão de obra, principalmente, durante a colheita.

3.3.2 Perfil das propriedades

Como visto do perfil do fumicultor, as propriedades não são exclusivas para o cultivo do fumo, o Gráfico 1 demonstra a divisão da propriedade.

Gráfico 1 – Divisão da propriedade



Fonte: Afubra (2020).

Na Tabela 3 ostenta-se o tamanho das propriedades.

Tabela 3 – Tamanho das propriedades

TAMANHO DAS PROPRIEDADES		
SAFRA 2017/2018		
Hectares	Famílias	%
0	39.753	26,6
de 1 a 10	53.776	36
de 11 a 20	36.026	24,1
de 21 a 30	13.454	9
de 31 a 50	5.051	3,4
Mais de 50	1.290	0,9
Total	149.350	100

Fonte: Sinditabaco (2020).

Assim como as propriedades são, em sua maioria, de pequeno porte, as indústrias do tabaco do Sul do Brasil também o são, com algumas de médio e grande porte. Em se tratando de tecnologia e sofisticação, essas empresas estão entre as maiores do gênero no mundo, utilizando modernos conceitos de produção e equipamentos de industrialização de última geração, segundo a Sinditabaco (2020).

De acordo com a Sinditabaco, os municípios de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, no Rio Grande do Sul, concentram o maior número de empresas, constituindo o maior complexo de processamento de tabaco do mundo.

Em Santa Catarina e no Paraná, as indústrias de beneficiamento e industrialização de tabaco estão localizadas nas cidades de Rio Negro (PR) e Araranguá e Blumenau (SC) de acordo com dados do Sinditabaco (2020). Nos municípios onde estão localizadas estas indústrias e as propriedades, a renda gerada por elas é de suma importância para toda a sociedade que está em torno dessa cultura. Na Tabela 4 publicam-se os dados socioeconômicos referentes às propriedades.

Tabela 4 – Dados socioeconômicos das propriedades

DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO				
FUMICULTOR SUL-BRASILEIRO				
Produtores de tabaco pesquisados: 1.133				
DESCRIÇÃO			Produtores	
			TOTAL	Média
Açudes na propriedade			677	0,598
Rios, riachos, sangas ou fontes naturais			925	0,816
Situação da mata ciliar	Preservada	100%	413	0,365
		1 a 99%	451	0,398
		0%	56	0,049
		Não se aplica	215	0,19
Tipo de cultivo		Convencional	701	0,619
		Direto	693	0,612
		Mínimo	208	0,184
Nº de pessoas contratadas (sazonais / permanentes)		Nº	797	0,703
Tempo que as pessoas foram contratadas		Dias	5.734	5,061
Ha quanto tempo planta tabaco?		Anos	22.814	20,14

Fonte: Nupes / Afubra (2020).

A Tabela 4 traz os dados socioeconômicos das propriedades pesquisadas que produzem tabaco. No próximo item trata-se da produção do tabaco.

3.3.3 Produção

É indiscutível a importância socioeconômica do tabaco para a região Sul do Brasil. A fumicultura está presente em 556 municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; na safra 2017/2018 o tabaco foi cultivado em 289 mil hectares, por 150 mil produtores integrados, segundo Sinditabaco (2020).

Um universo de aproximadamente 600 mil pessoas participa desse ciclo produtivo no meio rural, somando uma receita anual bruta de R\$ 6,28 bilhões, segundo dados da Afubra (2020). Na safra 2019/2020, a produção alcançou 632 mil toneladas, sendo que deste volume 50% foram produzidos no Rio Grande do Sul, 28% em Santa Catarina e 22% no Paraná, gerando também 40 mil empregos diretos nas indústrias de beneficiamento instaladas no País (SINDITABACO, 2020).

O Brasil ocupa a segunda posição em produção de tabaco, ficando atrás somente da China, mantendo assim o destaque no cenário mundial, e desde 1993, o de maior exportador de tabaco do mundo. Do total, mais de 85% destina-se ao mercado internacional, sendo clientes de todo o mundo são abastecidos com o fumo aqui produzido. A Tabela 5 traz os números referentes à produção de tabaco na Região Sul do Brasil.

Tabela 5 – Produção de tabaco na Região Sul do Brasil

	RS	SC	PR
Municípios produtores Producing municipalities	227	202	128
Produtores Thousand growers	75 mil	44 mil	30 mil
Pessoas no meio rural Thousand people in the rural areas	300 mil	176 mil	120 mil
Hectares plantados Thousand hectares planted	142 mil	74 mil	61 mil
Toneladas produzidas Thousand tons produced	312 mil	171 mil	140 mil
Receita aos produtores Billion raked in by the growers	R\$ 2,9 bilhões	R\$ 1,9 bilhão	R\$ 1,1 bilhão
Exportações (2019) Exports (2019)	US\$ 1,771 bilhão	US\$ 327 milhões	US\$ 8 milhões

Fonte: Afubra (2020).

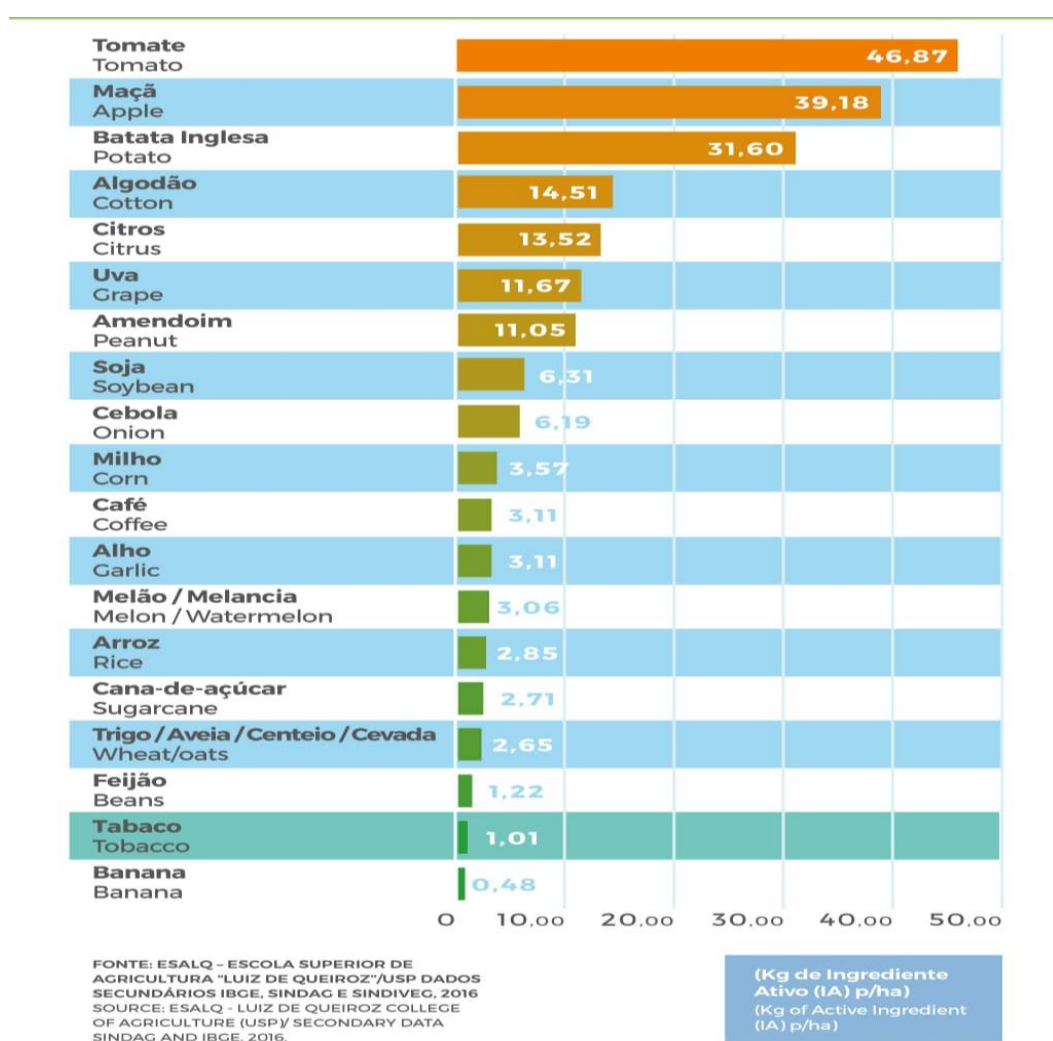
Tabela com dados quantitativos sobre os municípios produtores, quantidade de produtores, pessoas no meio rural, hectares plantados, toneladas produzidas, receita aos produtores e exportações no ano de 2019.

3.3.4 Questões ambientais

Em se tratando de questão ambiental, o cultivo do tabaco não é visto com bons olhos por muitos, devido à mística da quantidade de agrotóxicos que são usados durante o processo

do cultivo da planta. Entretanto, essa visão está mudando, pois ao longo dos anos, as indústrias de tabaco têm investido fortemente na redução dos ingredientes ativos utilizados na plantação. Segundo a Sinditabaco (2020), quatro diferentes pesquisas atestam o baixo uso de agrotóxicos no cultivo do tabaco, a mais recente delas, realizada por professores da ESALQ/USP (2016) com dados do SINDVEG, aponta que o tabaco está entre as culturas que menos utilizam defensivos, com 1,01 kg de ingrediente ativo por hectare. Na Tabela 6 mostra-se a lista de demanda de defensivos no Brasil.

Tabela 6 – Lista da demanda de defensivos usados nas culturas (Brasil)



Fonte: Sinditabaco (2020).

Ademais, quando o assunto é reflorestamento e preservação de mata nativa, o setor apresenta números de dar inveja a outras culturas. Entre eles, um dos mais altos índices de cobertura florestal, ocupando, em média 25% da área total das pequenas propriedades dos produtores de tabaco como visto Gráfico 1.

São realizados trabalhos por orientadores agrícolas junto aos produtores, os quais são complementados por meio de seminários nas comunidades. Essas ações orientam, por exemplo, sobre o uso exclusivo de lenha de origem legal nas estufas de secagem das folhas de tabaco, preferencialmente plantadas pelo próprio produtor, garantindo economia e um fantástico ganho ao meio ambiente.

O Sinditabaco, a Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) firmaram acordos inéditos em 2011 para a preservação da Mata Atlântica. Entre os compromissos estão:

- a) Exigência contratual para que a produção e a comercialização de tabaco estejam em conformidade com as normas ambientais vigentes, sob pena de rescindir os contratos vigentes;
- b) Orientação aos produtores pelas equipes de campo das empresas sobre a importância da proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica;
- c) Monitoramento por satélite de uma área de 6.899,47 km², com o objetivo de acompanhar a evolução dos sistemas de produção e a conservação dos remanescentes florestais em três das áreas de grande importância para a cultura do tabaco no Rio Grande do Sul;
- d) Confecção e distribuição de 200 mil cartilhas tratando do manejo sustentável das propriedades rurais e o respeito ao meio ambiente;
- e) Apoio à recuperação de áreas degradadas no município de Segredo (RS) e à conservação do bioma Mata Atlântica por meio de parceria com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). (SINDITABACO, 2020, p. 1).

Além da preocupação com a parte ambiental, as instituições ligadas ao cultivo do fumo, também prezam pela saúde do produtor e de todos os envolvidos, sempre com informativos e alertas sobre ilegalidade do trabalho infantil, com o descarte correto das embalagens dos agrotóxicos utilizados e manejo correto desses produtos.

3.3.5 Questões de saúde

Algumas doenças são associadas ao uso do tabaco, em sua maioria na forma de cigarro, porque a inalação de qualquer tipo de folha submetida ao calor exala muitas substâncias tóxicas.

As conclusões a respeito dos riscos de fumar foram obtidas por meio de estudos epidemiológicos, que utilizam estatísticas para analisar efeitos em grandes grupos, ao invés de indivíduos isolados.

No curso dos anos, foi possível identificar de forma consistente uma incidência maior de determinadas doenças entre fumantes em comparação com os não-fumantes. Esses estudos também relataram que os riscos se reduzem após abandonar o consumo de cigarros.

Tradicionalmente, a epidemiologia é usada para identificar associações que apontam para possíveis causas de uma doença, mostrando o caminho para investigações laboratoriais mais detalhadas. Com relação ao consumo de cigarro, entretanto, as inúmeras investigações laboratoriais realizadas no decorrer dos tempos se mostraram altamente complexas, de forma que a ciência, até hoje, não foi capaz de identificar mecanismos biológicos que expliquem com certeza absoluta os resultados estatísticos que vinculam o consumo de cigarros a determinadas doenças.

Adicionalmente, a ciência também não conseguiu determinar quais fumantes desenvolverão uma determinada doença associada ao consumo de cigarros e quais não a desenvolverão, nem qual foi o fator determinante para o seu desenvolvimento, tampouco precisar se um indivíduo desenvolveu determinada doença exclusivamente em decorrência do consumo de cigarros. Isto se deve, em parte, ao fato de que as doenças associadas ao consumo do tabaco são multifatoriais.

Significa dizer que para essas doenças existem diversos outros fatores - além do consumo do cigarro - que podem se associar ao seu desenvolvimento, a exemplo da obesidade, hábitos alimentares, sedentarismo, exposição ambiental e ocupacional, fatores genéticos e hereditários, exposição a outros produtos, histórico médico e estilo de vida. Este é o motivo pelo qual se afirma não ser possível precisar qual dos fatores de risco envolvidos foi o responsável por uma doença em particular, até mesmo porque muitas doenças associadas ao consumo de tabaco se desenvolvem em indivíduos que nunca fumaram.

A única maneira de evitar o risco à saúde associado ao ato de fumar é não fumar e a melhor forma de diminuir esses riscos é parar de fumar (SOUZA CRUZ, 2020, p. 1).

Sobre o tabagismo, o Instituto Nacional do Câncer (INCA) caracteriza-o como:

uma doença (dependência de nicotina) que tem relação com aproximadamente 50 enfermidades, dentre elas vários tipos de câncer (pulmão, laringe, faringe, esôfago, estômago, pâncreas, fígado, rim, bexiga, colo de útero, leucemia), doenças do aparelho respiratório (enfisema pulmonar, bronquite crônica, asma, infecções respiratórias) e doenças cardiovasculares (angina, infarto agudo do miocárdio, hipertensão arterial, aneurismas, acidente vascular cerebral, trombozes). Há ainda outras doenças relacionadas ao tabagismo: úlcera do aparelho digestivo; osteoporose; catarata; impotência sexual no homem; infertilidade na mulher; menopausa precoce e complicações na gravidez. Estima-se que, no Brasil, a cada ano, cerca de 157 mil pessoas morram precocemente devido às doenças causadas pelo tabagismo. Os fumantes adoecem com uma frequência duas vezes maior que os não fumantes. Têm menor resistência física, menos fôlego e pior desempenho nos esportes e na vida sexual do que os não fumantes. Além disso, envelhecem mais rapidamente e ficam com os dentes amarelados, cabelos opacos, pele enrugada e impregnada pelo odor do fumo (BRASIL, 2020, p. 1).

Conforme citado no site da Souza Cruz (2020), a única maneira de evitar o risco à saúde associado ao ato de fumar é não fumar, e em alguns países, existem hoje mais ex-fumantes do que fumantes. É o caso do Brasil: segundo estudo divulgado em 2015 pelo Ministério da Saúde, 21% da população se declara ex-fumante, frente aos 10,8% de fumantes.

Em uma coisa todos os especialistas concordam: o melhor meio de conseguir parar de fumar é a força de vontade de querer parar. Caso esse querer não exista é impossível chegar a esse objetivo.

4 DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA

Neste item descortina-se a metodologia de pesquisa utilizada para se chegar aos objetivos propostos para este projeto. Entende-se metodologia como sendo o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem, nesse sentido cita-se Minayo (2001, p. 18):

[...] a metodologia ocupa um lugar central no interior das teorias e está sempre referida a elas. A metodologia inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a construção da realidade e o sopro divino do potencial criativo do investigador. Enquanto abrangência de concepções teóricas de abordagem, a teoria e a metodologia caminham juntas. Enquanto conjunto de técnicas, a metodologia deve dispor de um instrumental claro, coerente, elaborado, capaz de encaminhar os impasses teóricos para o desafio da prática.

A pesquisa é a atividade básica à obtenção de dados e fontes à construção ou justificativas do trabalho produzido acerca de um objeto de estudo.

É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação. Ou seja, nada pode ser intelectualmente um problema, se não tiver sido, em primeiro lugar, um problema da vida prática. As questões da investigação estão, portanto, relacionadas a interesses e circunstâncias socialmente condicionadas. São frutos de determinada inserção no real, nele encontrando suas razões e seus objetivos (MINAYO, 2001. p. 18).

Sendo assim, usou-se o método de pesquisa de natureza básica, de objetivo explicativo, com abordagem qualitativa e procedimento bibliográfico e pesquisa de campo. Apresentam-se a seguir, o espaço da pesquisa, a forma de obtenção e análise das informações, demarcando, assim, as condições imprescindíveis ao desenvolvimento do trabalho.

4.1 TIPO DA PESQUISA

Esta pesquisa é de natureza básica, porque, de acordo com Garces (2010), a pesquisa básica ou pura tem a curiosidade intelectual como motivação, e suas principais características são entender ou descobrir novos fenômenos; gerar conhecimentos básicos ou fundamentais; requer a divulgação dos conhecimentos obtidos e produzir artigos científicos.

Este tipo de pesquisa, conforme descreve Gil (2010, p. 42), “procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas”.

Com a pesquisa explicativa encontram-se resultados, explicam-se as causas, valendo-se do registro, da análise, da classificação e interpretação dos fenômenos observados. Identificam-se fatores que contribuem à ocorrência destes fenômenos e, assim sabe-se o porquê das coisas; resolvendo-se o problema inicial, chega-se a um resultado e com ele busca-se uma conclusão com base no que já é oferecido. Segundo Gil (2010, p. 28) a pesquisa explicativa “aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas.”

Com a abordagem qualitativa, na qual “os dados podem ser obtidos por consulta aos dados bibliográficos ou quando a coleta é feita *in loco*, por meio de entrevistas [...] a estatística é utilizada sem os formalismos oriundos da validação da amostra” (FLEMMING, 2016, p. 11). Ou seja, a pesquisa não tem foco na quantidade ou valores levantados, mas sim nos significados destes dados obtidos. Segundo refere Minayo (2001), “o conjunto de dados quantitativos e qualitativos, porém, não se opõem. Ao contrário, se complementam, pois a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia”.

É de procedimento bibliográfico e com pesquisa de campo. Bibliográfica porque coloca o pesquisador em contato com as publicações existentes, tais como livros, revistas, periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico e internet. Na pesquisa bibliográfica, destaca-se, fundamentalmente, a veracidade de fontes e dados, observando possíveis incoerências. Assim, destaca-se o que diz Vergara (2005, p. 48) que “a pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”. Ela é a parte que referencia o trabalho com estudos já realizados, dando credibilidade ao trabalho que será apresentado.

Descreve-se como pesquisa de campo porque foram observados fatos, fenômenos e objetos *in loco*, ou seja, foram realizadas visitas numa propriedade rural onde se cultiva o tabaco que serviu de campo de pesquisa ao trabalho, com levantamento dos possíveis objetos de estudos a serem utilizados.

4.2 POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM

A população deste trabalho são objetos de estudos constituídos pelos documentos teóricos na forma de bibliografias diversas, constituindo o corpus da pesquisa. Foram coletadas fontes em documentos para assim fundamentar o estudo da modelagem matemática e o ensino da matemática: uma aplicação no cultivo do tabaco.

Segundo argumentam Bauer e Aarts (2002), o *corpus* de um tema é composto pelos materiais identificados como fontes importantes para que o aluno/pesquisador possa fundamentar seu texto, adequado ao caráter científico necessário à sua monografia. A palavra *corpus* é de origem latina, e significa corpo; no contexto acadêmico, *corpus* é o conjunto de documentos sobre determinado tema.

4.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados é de extrema importância para o desenvolvimento do trabalho, sendo que é a partir dos estudos realizados que se pode alicerçar os apontamentos sobre o tema, para poder sugerir as atividades necessárias. A seguir, explana-se sobre os instrumentos utilizados e o procedimento para coleta de dados neste projeto.

4.3.1 Instrumentos para a coleta de dados

Os dados foram coletados por intermédio de bibliografia encontrada na biblioteca da Unisul, tanto física quanto virtualmente, livros de estudiosos dos assuntos como Bassanezzi, Biembegutt e Hein, dentre outros, artigos publicados em periódicos e revistas de universidades, além de diversos trabalhos publicados na internet. A pesquisa bibliográfica foi efetuada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites (FONSECA, 2002, p. 32). A pesquisa de campo ocorreu por meio de visitas à propriedade rural tendo como principal objeto a observação e a obtenção de medidas e dados com instrumentos apropriados.

4.3.2 Procedimentos para a coleta de dados

Foram pesquisados dados primários e secundários, ou seja, obtidos diretamente na propriedade por intermédio da pesquisa de campo, e aqueles dados que já se encontravam disponíveis em livros, teses e artigos. Foram realizadas leituras, destaques e análises dos textos coletados para organizá-los nesta produção e por fim, explaná-los. Nesse aspecto, acrescenta-se que foram obtidas, também, informações em materiais instrucionais recebidos pelo fumicultor, além de outros dados já consolidados na prática agrícola.

4.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Pelos estudos realizados a partir de pesquisa bibliográfica de trabalhos desenvolvidos sobre o assunto por outros pesquisadores matemáticos foram elaboradas sequências didáticas (atividades de ensino) adequadas à proposta pedagógica da modelagem matemática com discussão das potencialidades e relações da modelagem matemática com o ensino da matemática, explorando conceitos matemáticos presentes na fumicultura.

5 UMA APLICAÇÃO DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO CULTIVO DO TABACO

Destaca-se como problema geral a aplicação de modelagem matemática no cultivo do tabaco (fumo). Constatou-se que, no cultivo do fumo, em todas as suas etapas, consegue-se matematizar praticamente todo o processo. Sendo assim, identificaram-se modelos e conceitos matemáticos decorrentes da modelagem matemática, com potencial para contribuir no ensino-aprendizagem da matemática.

A exploração da propriedade deu-se seguindo o roteiro da modelagem matemática como Metodologia, adotando o descrito no decorrer do capítulo 2 deste estudo. A vivência de um dos autores com a fumicultura foi um fato facilitador à pesquisa. E sendo uma cultura muito presente no cotidiano de muitos estudantes em toda a região, é tido como muito importante fazer com que o aluno possa vivenciar a matemática no seu dia a dia, para assim ter a interação necessária à aprendizagem.

5.1 INTERAÇÃO

O objeto de estudo foi a propriedade do senhor José Carlos Saccon, situada no interior da cidade de Orleans, Sul Catarinense, na localidade de Rio Laranjeiras. A seguir desvelam-se as características da propriedade, localização via satélite e gráfico de como é distribuída e utilizada a propriedade.

5.1.1 Histórico da propriedade

O Senhor José Carlos Saccon, filho de Ricardo Saccon Filho e de Dolcelina Mufatto Saccon, é o caçula dentre sete irmãos. A família morava na localidade de Chapadão, comunidade também do interior de Orleans, que está situada há aproximadamente 15 km de onde reside atualmente.

José Carlos Saccon até os seus 19 anos trabalhava de empregado, sendo contratado a dia pelos produtores da região. Foi então que decidiu deixar a comunidade em que havia crescido e ir atrás de seu sonho, que era ter sua casa própria e seu próprio chão para cultivar.

Como filho mais novo, cuidou da sua amada mãe e para conseguir comprar o terreno de seu interesse, onde hoje reside, se obrigou a vender a propriedade em que vivia com sua mãe, mais a sua moto e uma Tobata (máquina agrícola muito usada nas lavouras), ficando durante

dois anos sem nenhum veículo automotor para se deslocar aonde precisava, até conseguir condições financeiras favoráveis para aquisição de tal bem.

No ano de 1998, José Carlos Saccon casou-se com Márcia Regina Vieira Coelho Saccon, dessa união vieram dois filhos, Higor Coelho Saccon, um dos autores desse trabalho e Victor Coelho Saccon, o caçula da família.

Com o passar do tempo, com muito trabalho e suor derramado, a condição financeira começou a melhorar e foi construindo o que tem hoje, uma propriedade de 16,3 hectares, que produz anualmente em média 12 toneladas de tabaco. Tirando dali o sustento de sua família e ainda empregando muitas pessoas da comunidade na época da colheita da safra do fumo.

5.1.2 Caracterização

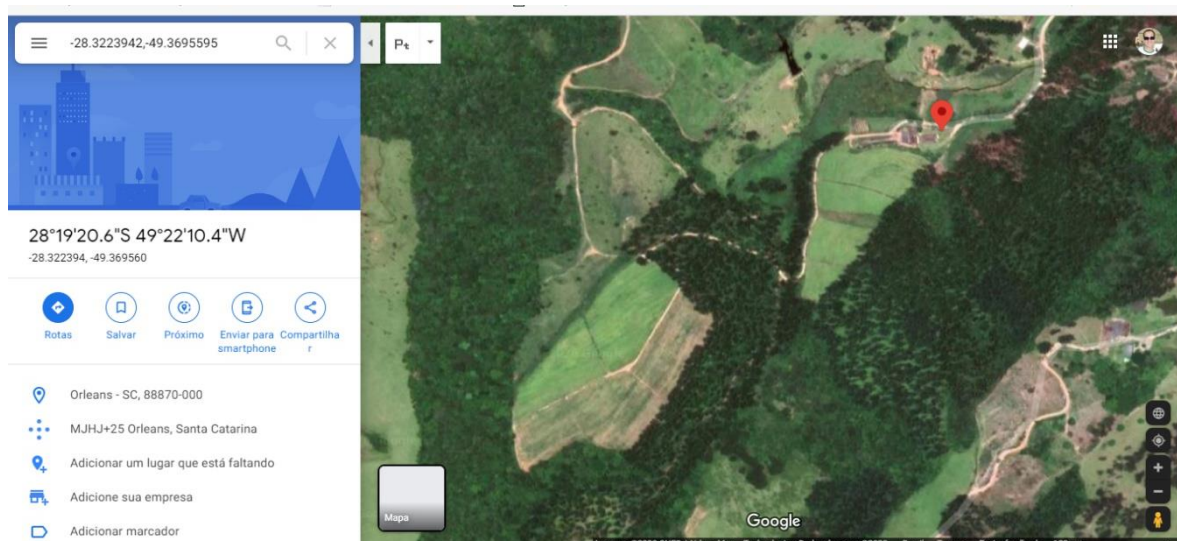
A propriedade possui, ao todo, aproximadamente 16,3 hectares, ou seja, 163.000 m² de área, sendo que 4 ha estão destinados ao cultivo do tabaco; outros 4 ha ao plantio de eucalipto, que servem como lenha utilizada nas fomalhas para a secagem das folhas do fumo; 0,5 ha são ocupados pela casa da família, tendo nesta mesma porção de terra, as estufas e o galpão para o armazenamento do fumo após a secagem; 0,5 ha abrigam açudes, que servem à criação de peixes e fonte de água à necessidade de irrigação mecanizada da plantação; 0,3 ha são de reserva de mata nativa, e o restante são os campos que servem para criação de gados.

Para auxiliar no processo de cultivo do fumo existem na propriedade alguns acessórios e equipamentos agrícolas, tais como: trator, carreta e plataforma para trator (ambos ajudam no transporte de lenhas, fertilizantes, agrotóxicos e bandejas de fumo), lâmina niveladora para o trator (serve para nivelar as estradas que dão acesso à lavoura), grade, arado aiveca duplo, subsolador (pé de pato) e pulverizador para trator, máquinas manuais e elétricas também para espalhar agrotóxicos, máquinas manuais para o plantio das mudas de fumo, regadores para adubação, motosserra para cortar eucaliptos para lenha, enfardadeira para enfardar o fumo, entre outros acessórios.

5.1.3 Localização

Pelo aplicativo para *smartphones*, o *WhatsApp*, conseguiu-se facilmente a localização da propriedade, como mostra a Figura 13. É uma imagem via satélite do site do Google, que informa as coordenadas da propriedade no globo terrestre.

Figura 13 – Imagem via satélite da propriedade



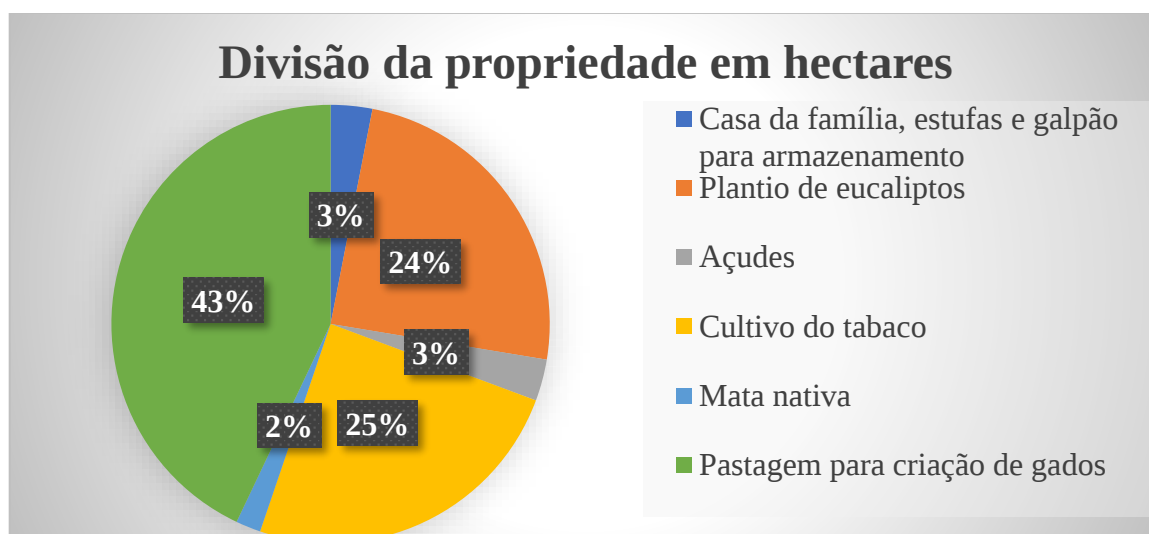
Fonte: Google Maps (2020).

Como já mencionado anteriormente, a propriedade do Sr. José Carlos Saccon e família, situa-se na localidade de Rio Laranjeiras, que fica a 12km do centro da cidade. É uma comunidade rural, que possui sua economia voltada à agricultura familiar.

5.1.4 Distribuição da propriedade

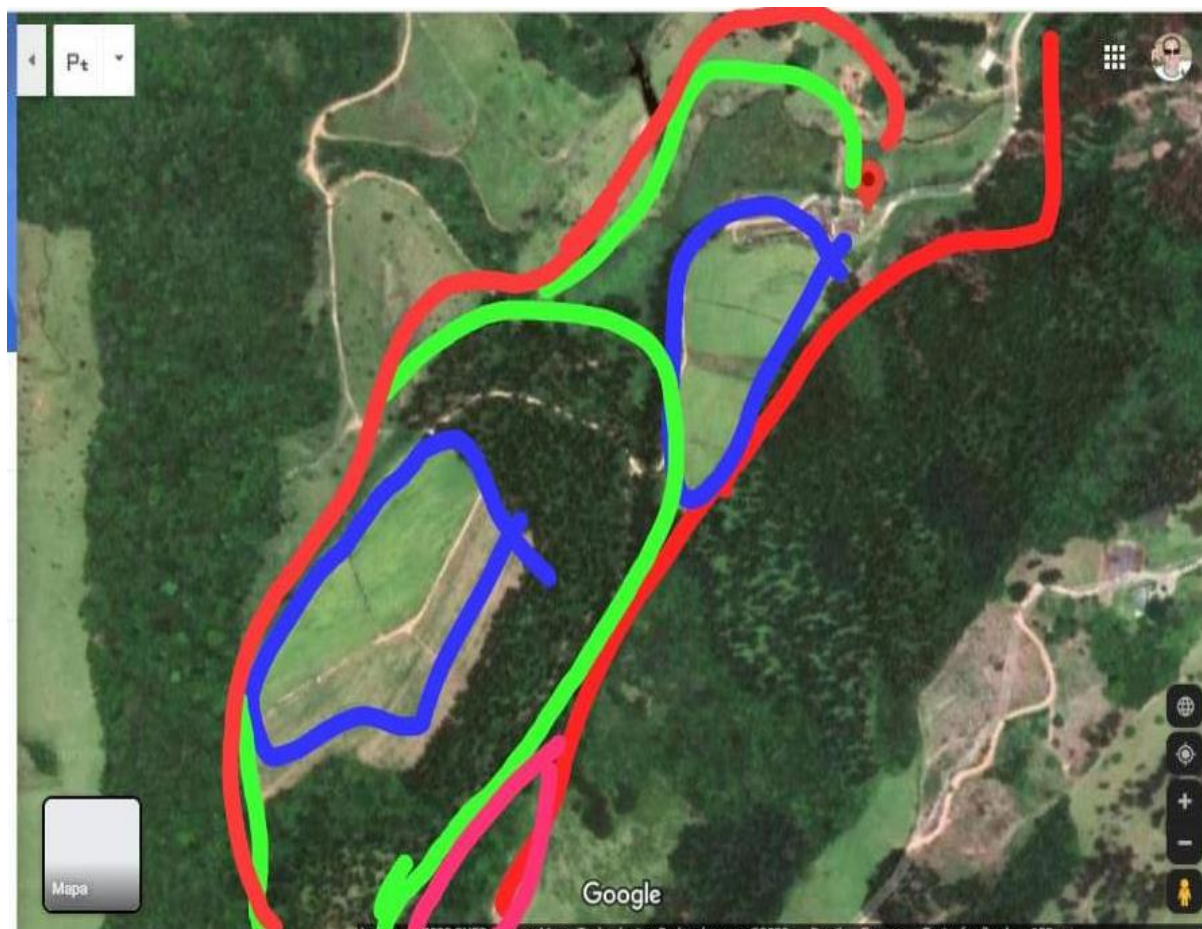
Como descrito anteriormente, a propriedade é subdividida em várias porções de terras para melhor suprir às necessidades da família como mostra o Gráfico 2 e a Figura 14 a seguir:

Gráfico 2 – Divisão da propriedade Sr. José Carlos Saccon



Fonte: Autores (2020)

Figura 14 – Detalhamento da propriedade



Área cultivada em azul; plantação de eucalipto; em verde, divisa do terreno com outros proprietários; linha vermelha, mata nativa na cor rosa.

Fonte: Google Maps (2020), Autores (2020).

A seguir será apresentado a segunda etapa de Modelagem, a Matemática.

5.2 MATEMATIZAÇÃO

Dentro do processo da cultura do tabaco, conforme destacado no Capítulo 3 deste trabalho, são realizadas seis etapas e nelas encontram-se muitos conceitos matemáticos que poderiam ser aprofundados, ou até mesmo construir um projeto para aplicar em sala de aula. Desde conceitos básicos de área, volume, capacidade e medidas, geometria plana e espacial, proporção, matemática financeira e muitos outros conteúdos matemáticos.

Contudo, formalizam-se algumas problematizações para servir de base à aplicação de modelagem matemática como método de ensino nos vários níveis de aprendizado. Em algumas situações problemas mostram-se os cálculos utilizando a modelagem, outras servirão apenas de exemplo para um trabalho futuro.

5.2.1 Problematização primeira etapa: compra das sementes

Da seção 3.2.1.1, que fala sobre a compra das sementes, destacam-se as seguintes situações:

- a) Numa propriedade que cultiva quatro hectares (4ha) de terra, e que cada hectare comporta até 16 mil pés de tabaco, sendo que as sementes são vendidas em potes contendo 20 mil sementes. Pergunta-se, quantos potes de sementes o produtor precisa comprar?
- b) Analisando a quantidade comprada com a quantidade utilizada, observa-se que há uma sobra de sementes, que servirá para o replantio das mudas que não se desenvolveram. Em porcentual, quanto equivale essa sobra em relação ao total de sementes compradas?
- c) Custando cada pote de sementes R\$ 150,00, quanto o proprietário terá que investir na compra dessas sementes, por safra em sua propriedade?

Exibe-se a resolução da questão (a), as outras ficam para uma exploração posterior.

Figura 15 – Terreno arado



Fonte: Autores (2020).

O primeiro passo é identificar os dados fornecidos (Quadro 1) e analisar qual operação matemática utilizar.

Quadro 1 – Dados da questão (a) sobre compra de sementes

Tamanho da propriedade	4 ha
Sementes por hectare (s/ha)	16 mil
Sementes por pote (s/pt)	20 mil

Fonte: Autores (2020).

Portanto, tem-se a multiplicação da área cultivada pela quantidade de sementes por área:

$$Quantidade\ de\ Sementes = 4ha \cdot \frac{16000s}{ha} = 64000s$$

Então o produto dessa multiplicação será dividido pela quantidade em cada pote:

$$Número\ de\ Potes = \frac{64000\ s}{20000\ s/pt} = 3,2\ pt$$

Assim, tem-se no quociente a quantidade de potes necessários a serem comprados para a safra, chegando-se ao valor de 3,2 potes, porém deve-se considerar o inteiro imediatamente acima, ou seja, serão necessários 04 potes de sementes, totalizando 80 mil unidades, ocasionando, portanto, uma sobra.

5.2.2 Problematização segunda etapa: semeadura

Na seção 3.2.1.2 trata da etapa da semeadura, citam-se as seguintes situações:

- Uma bandeja de isopor tem formato retangular, contendo 10 colunas e 20 linhas. Pergunta-se, quantos são os compartimentos para acomodação das sementes compradas e quantas bandejas serão necessárias para acomodar as 64 mil sementes a serem plantadas?
- Para acomodar as sementes compradas e, posteriormente, criar as raízes, primeiramente tem o processo de preparação das bandejas, elas são preenchidas de substrato, o qual é comprado em embalagem de 25 kg. Sabe-se que, em média, uma bolsa de 25 kg de substrato pode-se preencher no máximo 13 bandejas. Pergunta-se, quantos gramas cabem em uma bandeja e quantas bolsas de substratos são necessárias para o preenchimento das bandejas utilizadas?

- c) Qual a área ocupada por cada bandeja, sabendo-se que possui 67,5 cm de comprimento e 35 cm de largura?

Segue a resolução da situação problema (a), os demais ficarão para uma futura investigação.

Primeiro passo é identificar os dados disponibilizados (Quadro 2) para assim analisar qual operação matemática ser utilizada.

Quadro 2 – Dados da questão (a) sobre semeadura

Estrutura da bandeja	10 colunas e 20 linhas
Total de sementes plantadas (s)	64 mil
Compartimentos de uma bandeja	?
Quantidade de bandejas (bj)	?

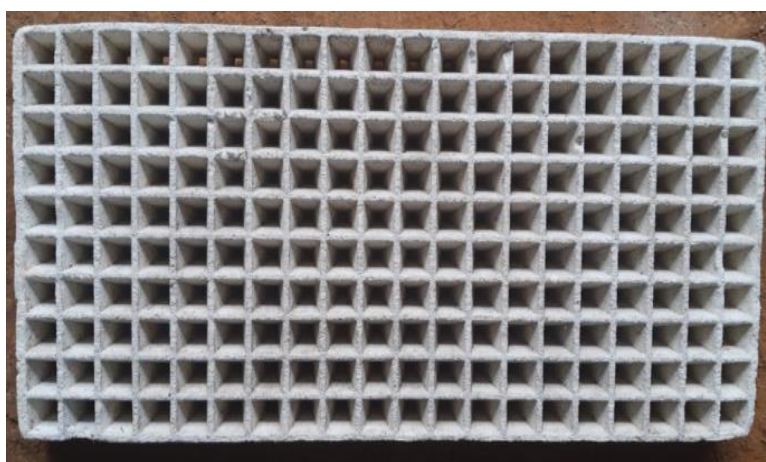
Fonte: Autores (2020).

Portanto, na primeira pergunta, tem o cálculo da área da bandeja utilizando coluna x linhas, o produto desta operação será a capacidade de cada bandeja:

$$Capacidade = 10.20 = 200 \text{ compartimentos},$$

ou seja, 200 sementes por bandeja (Figura 16).

Figura 16 – Bandeja de isopor



Fonte: Autores (2020).

Na segunda situação, utiliza-se o resultado da primeira como divisor do total de sementes a serem plantadas e o quociente é a resposta.

$$\text{Número de bandejas} = \frac{64000 \text{ s}}{200 \text{ s/bj}} = 320 \text{ bj}$$

Sendo assim, chega-se a um total de 320 bandejas a serem utilizadas.

5.2.3 Problematização terceira etapa: plantio

Da seção 3.2.3.3, que se refere ao plantio ou transplante das mudas para a lavoura, retiram-se as seguintes situações:

- Tendo as informações de distanciamento entre carreiros e entre plantas, qual será a quantidade plantada por metro quadrado?
- Quantos dias o produtor leva para transplantar as 64 mil mudas? Sabe-se que uma dupla de trabalhadores leva em média 07 minutos por bandeja.
- Observando o distanciamento entre plantas, em um carreiro de 100m quantas plantas podem ser plantadas?
- Observando o distanciamento entre carreiros, em um terreno com 100m de largura, quantos carreiros poderão ser feitos?

Para resolver a situação do item (b) que fala sobre tempo de plantio das mudas, constam os seguintes dados:

- O plantio é feito em duplas, um trabalhador utiliza a plantadeira, e outro carrega a bandeja e insere a muda na plantadeira manual;
- Cada bandeja (bj) contém 200 mudas (m);
- Cada dupla demora 07 minutos para plantar uma bandeja;
- São ao todo 320 bandejas, que somam as 64 mil mudas.
- Portanto para calcularmos o tempo de plantio, devemos considerar as variáveis:
- quantidade de dupla de trabalhadores;
- tempo trabalhado por dia.

Sendo assim: 2 trabalhadores plantam 200 mudas em 7 minutos, 4 trabalhadores plantam 400 mudas em 7 minutos, 6 trabalhadores plantam 600 mudas em 7 minutos, aqui tem-se a função da quantidade plantada (Q) em relação à quantidade de trabalhadores (d), ou seja:

$$Q(d) = d.200$$

Onde, d é a quantidade de duplas utilizadas, que em sete minutos plantam 200 mudas.

Tabela 7 Aplicação da função em relação à quantidade de trabalhadores

Nº de duplas (d) trabalhadores	Mudas plantadas em 7 min
1	200
2	400
3	600
4	800
5	1000

Fonte: Autores (2020).

Cada 200 mudas são plantadas por uma dupla em 7 minutos, portanto, $\frac{60}{7}$ de hora. Agora, pode-se encontrar a função da quantidade plantada (Q) em relação ao número de duplas (d) e tempo trabalhado (t em horas), ou seja:

$$Q(d, t) = (200 \cdot d) \cdot \left(\frac{60}{7} \cdot t\right)$$

A seguir, exibe-se na Tabela 8 uma aplicação da função encontrada, mostrando a relação existente da quantidade de trabalhadores com a de horas trabalhadas e o tempo gasto para o plantio da quantidade de mudas desejadas pelo produtor. Isso ajudará a decidir quantas horas deverá trabalhar por dia, a fim de otimizar a contratação de mão de obra e planejar o tempo gasto para o plantio.

Tabela 8 - Tabela quantidade plantada em relação ao tempo trabalhado e quantidade de trabalhadores

Duplas de Trabalhadores					
	1	2	3	4	5
Horas Trabalhadas					
1	1.714	3.429	5.143	6.857	8.571
2	3.429	6.857	10.286	13.714	17.143
3	5.143	10.286	15.429	20.571	25.714
4	6.857	13.714	20.571	27.429	34.286
5	8.571	17.143	25.714	34.286	42.857

Fonte: Autores (2020)

Para descobrir quanto tempo (em horas), em função no número de duplas trabalhando, o produtor levará para efetuar o plantio das 64 mil mudas, basta utilizar esse valor na função $Q(d, t)$, ou seja:

$$\begin{aligned}
 64000 &= (200 \cdot d) \cdot \left(\frac{60}{7} \cdot t\right) \\
 \left(\frac{60}{7} \cdot t\right) &= \left(\frac{64000}{200 \cdot d}\right) \\
 t &= \frac{64000 \cdot 7}{200 \cdot 60 \cdot d} \\
 t &= \frac{64000 \cdot 7}{200 \cdot 60 \cdot d} \\
 t &= \frac{112}{3 \cdot d} \text{ horas}
 \end{aligned}$$

Assim, considerando-se, por exemplo, empregar 2 duplas de trabalhadores ($d = 2$) no plantio, levará:

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{112}{3 \cdot 2} \text{ horas} \\
 t &= \frac{112}{6} = 18,667 \dots \text{ horas} \cong 19 \text{ horas de trabalho}
 \end{aligned}$$

Onde, t é o total de tempo em horas gasto no plantio de 64 mil mudas em função da quantidade de duplas de trabalhadores.

5.2.4 Problemática quarta etapa: colheita

Na seção 3.2.3.4 que trata sobre a colheita, têm-se algumas situações problemas como o tempo para preencher uma zorra, volume da zorra e quantidade média de zorras para encher uma estufa de fumo. Destacam-se agora, como forma de indagações, as situações apresentadas anteriormente.

- a) O processo de colheita é iniciado pelas primeiras folhas de baixo da planta, na qual recebem o nome de “baixeiro”. Sabendo-se que para encher uma zorra com folhas de tabaco em 5 pessoas que já tem uma certa prática, é levado em média 30 minutos. Pergunta-se, quantos minutos 1 pessoa levaria para preencher essa zorra sozinha?

- b) No preenchimento da zorra com folhas de fumo, o produto então é levado da lavoura até o local de secagem. Sabendo-se as medidas de uma zorra de fumo. Pergunta-se, qual a capacidade em m^3 ?
- c) As zorras de fumo ao chegarem ao local de secagem, passam ainda pelo processo da disposição das folhas em grampos e depois são colocadas nos estaleiros da estufa. Ao ser trabalhado com a estufa maior e já sabendo sua quantidade de grampos disponíveis, pergunta-se: quantas zorras são necessárias para encher a estufa. Sendo que em uma zorra de fumo tem em média 10 grampos?

Efetua-se a resolução da situação problema (b), as demais ficarão para uma futura investigação.

Primeiro passo é identificar os dados (Quadro 3) disponibilizados para assim analisar qual operação matemática ser utilizada.

Quadro 3 – Dados para resolução (b) sobre a colheita

Parte frontal superior da zorra (B)	0,70 m
Parte frontal inferior da zorra menor (b)	0,60 m
Altura da zorra (h)	0,75 m
Comprimento lateral da zorra (H)	2,15 m

Fonte: Autores (2020).

As Figuras 17 e 18 ilustram uma Zorra.

Figura 17 – Gravura Zorra destaque da parte frontal



Fonte: Autores (2020).

Na figura 17 observa-se a gravura da zorra com suas respectivas medidas.

Figura 18 – Zorra em fotos reais



Fonte: Autores (2020).

Portanto, para se conseguir o volume da zorra, torna-se necessário, em um primeiro momento, calcular a área frontal em formato de trapézio, que é a soma da base menor (b) com a base maior (B) e dividir por dois e então multiplicar pela altura (h), ou seja, $A_t = \frac{b+B}{2} \cdot h$, e depois realizar a multiplicação com o comprimento lateral (H) da zorra.

$$V = \left[\frac{(b + B)}{2} \cdot h \right] \cdot H$$

$$V = \left[\frac{(0,60 + 0,70)}{2} \cdot 0,75 \right] \cdot 2,15$$

$$V = 0,4875 \cdot 2,15$$

$$V = 1,048125 \text{ m}^3$$

Assim, chega-se à capacidade da zorra que é um pouco mais de um metro cúbico.

5.2.5 Problematização quinta etapa: secagem

Na seção 3.2.3.5, que trata da secagem das folhas, pode-se problematizar o tempo de secagem, a energia utilizada, a quantidade de lenha queimada, o volume da estufa e algumas

outras. Entretanto, efetua-se o cálculo da quantidade de grampos em cada estufa, e para tal utilizam-se as medidas dos grampos (Figura 19) e dos estaleiros de cada estufa.

Figura 19 – Grampos



Fonte: Autores (2020).

Na propriedade do Sr. Saccon, são utilizados dois tamanhos de grampos, um com medidas de 32 cm por 94 cm, que são para a estufa menor, já na estufa maior os grampos são de 28 cm por 95 cm.

A estufa menor (Figura 20) possui 6,4m de profundidade, com 3,0m de largura e 2,55m de altura, seu interior é dividido em estaleiros, que servem de apoio para os grampos, são duas linhas com três colunas dispostas no sentido da porta para o fundo, conforme foto abaixo.

Figura 20 – Foto interior estufa menor



Fonte: Autores (2020).

Com esses dados (Quadro 4) a problemática é descobrir quantos grampos cabem na estufa menor. Para tanto basta efetuar a divisão do comprimento do estaleiro (C_e) pelo do

grampo (Cg), então encontra-se o quociente para efetuar a multiplicação pela quantidade de estaleiros (e) existentes na estufa, ou seja:

Quadro 4 – Dados sobre a resolução da etapa da secagem

Quantidade de grampos utilizados (G)	?
Comprimento estaleiros (Ce)	640cm
Comprimento grampo (Cg)	32cm
Quantidade de estaleiros (e)	3 colunas e 2 linhas (6 estaleiros)

Fonte: Autores (2020).

Efetua-se o cálculo:

$$G = \frac{Ce}{Cg} \cdot e = \frac{640cm}{32cm} \cdot 6 = 20 \cdot 6 = 120 \text{ grampos}$$

A estufa maior (Figura 21) é uma construção mais antiga, na qual se usam, ainda, os tubos de metal em seu interior para a secagem, porém a mesma passou por uma adaptação, transformando-a num estilo de estufa usada atualmente, que se utiliza da queima da lenha e de ventilação mecânica para a secagem. Esta tem as dimensões de 7,5 m de profundidade, 5 m de largura e 2,6 m de altura, e é dividida em cinco colunas de estaleiros com 6,5 m e uma de 5m com duas linhas cada. Para esta estufa utiliza-se grampos de 28cm de profundidade e 95 cm de largura.

Figura 21 – Estufa maior e seus estaleiros



Fonte: Autores (2020).

Com esses dados, a problemática será a mesma da estufa menor, descobrir quantos grampos são utilizados para encher a estufa maior?

A resolução é análoga a anterior, a diferença é que a estufa maior tem dois tamanhos de estaleiros, são 10 estaleiros no sentido frente/fundo, e 2 entre as laterais, portanto é preciso realizar dois cálculos de divisão e, ao final, o somatório desses resultados.

$$G = \frac{650cm}{28cm} \cdot 10 \cong 232 \text{ grampos}$$

$$G = \frac{500cm}{28cm} \cdot 2 \cong 35 \text{ grampos}$$

Portanto, a capacidade da estufa maior é de $G = 232 + 35 = 267 \text{ grampos}$.

Para saber a capacidade total da propriedade basta somar o total encontrado das duas estufas, ou seja:

$$G = 267 + 120 = 387 \text{ grampos}$$

Logo, a capacidade de grampos nas duas estufas é de 387. Sendo 267 grampos na estufa maior e 120 na estufa menor.

5.2.6 **Problematização sexta etapa: armazenamento**

Na seção 3.2.3.6 que trata sobre o armazenamento da folha de tabaco, pode-se resolver algumas situações problemas como: o volume do depósito, a quantidade de metros de lonas para o cobrimento do local, a quantidade de manilhas para fazer um fardo, o volume do fardo, entre outras situações. Destacam-se, agora, como forma de indagações, as situações apresentadas anteriormente.

- a) Os grampos com as folhas de tabaco ao passar pelo processo de secagem são transportados até o local de armazenamento. Sabendo-se que o depósito tem formato retangular e que suas medidas são 10 metros de comprimento, 8 metros de largura e 2,5 metros de altura. Pergunta-se, qual é a capacidade em m^3 ?
- b) Tendo as medidas, pergunta-se, quantos metros de lona são necessários para forrar o depósito?

- c) As folhas de fumo são retiradas da pilha para serem feitas manilhas (Figura 22a) e depois enfardadas. Sabendo-se que uma manilha de fumo tem em média 300 gramas, pergunta-se, quantas manilhas são necessárias para fazer um fardo de 50 kg?
- d) O fardo (Figura 22b), em que são colocadas as manilhas de fumo, possui formato retangular com medidas de 86 cm de comprimento, 44 cm de largura e 82 cm de altura. Pergunta-se, qual a capacidade em cm^3 ?

Resolve-se a situação problema (c), as outras ficarão para uma futura pesquisa.

Figura 22 – Manilhas (a), Fardo (b)



Fonte: Autores (2020).

O Quadro traz os dados disponíveis.

Quadro 5 – Dados disponibilizados

Manilha (M)	300 gramas
Fardo (F)	50 quilogramas

Fonte: Autores (2020).

Para saber a quantidade de manilhas que precisam ser feitas para ter um fardo em média de 50 kg, é necessário, primeiramente, realizar a conversão de unidades de gramas para quilogramas.

Sabe-se que 1 grama equivale a 0,001 quilograma, então pode ser realizada uma regra de três simples:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ g} & - & - & - & - & 0,001 \text{ Kg} \\
 300 \text{ g} & - & - & - & - & - & M \\
 M & = & 300.0,001
 \end{array}$$

$$M = 0,3 \text{ kg}$$

Agora, efetua-se a divisão da quantidade de peso de um fardo pela quantidade de peso de uma manilha:

$$Qm = \frac{F}{M}$$

$$Qm = \frac{50}{0,3} \approx 166,6667$$

Portanto, são necessárias cerca de 167 manilhas de fumo para amarrar o fardo de 50 kg.

5.3 ANÁLISE DAS RESOLUÇÕES

Em cada etapa do cultivo do fumo matematizada, utilizaram-se modelos matemáticos conhecidos e também se encontraram funções específicas para aquela situação problema.

Nas primeira e segunda etapa, trabalhou-se com operações básicas envolvendo números naturais e decimais, arredondamento, noções básicas de área, interpretação e resolução de problemas.

Na terceira etapa, envolveu-se o conteúdo de funções do primeiro grau, com identificação de mais de uma variável, construção de tabelas e noção de proporção das horas em minutos.

Na quarta etapa, desenvolveram-se os conceitos de geometria plana e espacial, utilizando o modelo tradicional de cálculo de área do trapézio e com cálculo de volume, também se efetuou a conversão de medidas tanto em unidade de área como de volume.

As conversões de unidades de medidas e operações com números naturais e decimais, além do arredondamento e interpretação de situação problema foram novamente aplicadas na quinta etapa.

Por fim, na sexta etapa usou-se a regras de três simples, empregando-se as funções de várias variáveis e operações básicas com números reais. E, em todas as etapas, constaram resolução de problemas e um modelo a ser seguindo para se chegar ao resultado esperado.

É de grande importância que, ao citar os conteúdos didáticos que foram trabalhados nesta pesquisa, sejam destacados também as competências específicas de matemática do Ensino Fundamental e do Ensino Médio descritos pelo documento normativo da BNCC.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (BRASIL, 2017, p. 7).

Nos Quadros 06 e 07 se mostram as competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.

Quadro 6 – Competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL
1. Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
2. Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
3. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
4. Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, de modo a investigar, organizar, representar e comunicar informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes.
5. Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.
6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).
7. Desenvolver e/ou discutir projetos que abordem, sobretudo, questões de urgência social, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
8. Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017).

A seguir mostra-se o quadro com as competências específicas de Matemática para o Ensino Médio.

Quadro 7 – Competências específicas de Matemática para o Ensino Médio

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO
1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.
2. Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
4. Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.
5. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017).

Analisando a aplicação de trabalho de modelagem matemática em sala de aula, na direção do sugerido nesse trabalho, constata-se que ela tem potencial para contribuir na formação de todas as competências desejadas para os alunos pela BNCC (BRASIL, 2017), tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.

5.4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS E VALIDAÇÃO

Após a problematização das situações encontradas nesta pesquisa chegou o momento de avaliar se os modelos matemáticos encontrados são coerentes com a realidade do produtor, e assim analisar as soluções encontradas e validá-las.

Na pesquisa sobre as possíveis situações-problemas no cultivo do fumo, exploraram-se algumas etapas existentes ao longo de todo o processo da cultura, que foram a compra das sementes, semeadura, plantio, colheita, secagem e armazenamento.

Em cada uma das etapas acima comentada investigou-se ao menos uma situação em que se utilizaram modelos matemáticos existentes e alguns modelos adaptados. Na etapa da compra das sementes calculou-se a proporção de sementes por hectare, que resultou no valor de quatro potes de sementes, e verificando com o produtor, o mesmo informou que realmente compra essa quantidade e o restante que não utiliza em sua propriedade acaba vendendo a outros agricultores da região, em menores quantidades.

Na etapa da semeadura operou-se a fórmula usual da área para encontrar a capacidade da bandeja, ao contar manualmente constatou-se o mesmo resultado. Na etapa do plantio chegou-se a uma função de várias variáveis, sendo que se montou uma tabela em que se relacionou a quantidade de trabalhadores com o tempo trabalhado para encontrar o tempo total gasto para o plantio de uma determinada quantidade de mudas. Nesse sentido, conversou-se com o proprietário e, considerando as variáveis apresentadas, todas ficaram bem próximas do que ocorre na realidade.

Na etapa da colheita identificaram-se figuras geométricas planas e espaciais no cálculo do volume da zorra, e alcançou-se o volume aproximado de 1m^3 de folhas de fumo por zorra. É claro que, para uma melhor exatidão do resultado, seria necessário medir todas as zorras da propriedade, pois elas não possuem uma medida padronizada, então esse valor variará de uma peça para outra.

Quanto à etapa da secagem, encontrou-se, novamente, o cálculo envolvendo área, onde se apurou a capacidade de grampos por estufa. Com os modelos utilizados constatou-se como resultado à estufa menor de 120 grampos, o qual foi o mesmo informado pelo produtor; na estufa grande o resultado foi de 267 grampos, valor este diferente do informado pelo produtor, isso se deu pelo fato de serem empregados alguns grampos menores, totalizando assim 276 grampos na estufa maior.

E por fim, na etapa de armazenamento, por intermédio da regra de três simples encontrou-se a proporção de medidas e executou-se a operação de divisão para encontrar o resultado de aproximadamente 167 manilhas por fardo, o que foi conferido pessoalmente, sendo

que existe uma variação do tamanho da manilha e o peso de cada uma, mas como se trata de uma aproximação, ficou um valor bem próximo do praticado na propriedade estudada.

Percebe-se, portanto, que a ação de modelar matematicamente o processo do cultivo do fumo serve para mostrar ao educando a objetividade da matemática em seu cotidiano, auxiliando não somente naquele conteúdo matemático, mas em um processo de aprendizado contínuo e eficaz.

Sendo assim, cumpre-se com o objetivo da atividade de modelagem matemática que é o de despertar no aluno o interesse pelo estudo de um tema voltado à realidade, em que realiza pesquisas, análises e alternativas para solucionar os problemas identificados.

Portanto, os autores sentem-se satisfeitos com os resultados e os modelos obtidos.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou a modelagem matemática como uma possibilidade de método de ensino, ou seja, uma tendência inovadora no processo de ensino-aprendizagem, tendência essa que vem se destacando em várias pesquisas, publicações e discussões no âmbito escolar.

Exploraram-se as potencialidades da modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem de matemática quando aplicado ao cotidiano do aluno, e escolheu-se a fumicultura, por se tratar de algo que abrange todo o sul brasileiro, sendo assim de fácil aplicabilidade em sala de aula, e, também, por se tratar do meio de subsistência da família de um dos autores.

Conseguiu-se, com êxito, alcançar o objetivo de explorar as potencialidades, visto que se apresentaram várias possibilidades de matematização nas etapas do cultivo do fumo e com certeza poderá ser ainda melhor explorado em outras etapas existentes na da cultura dessa planta que é tão importante à economia do Brasil.

Ao longo do trabalho, descreveu-se a modelagem matemática como tendência para o ensino-aprendizagem, destacando-a dentre as outras tendências como a História da Matemática, a Etnomatemática, a resolução de problemas, os jogos, as TIC's e a interdisciplinaridade, pois a modelagem matemática pode, em um mesmo momento de interação sobre determinado tema, abranger todos esses métodos de ensino.

Discutiram-se as potencialidades e as relações da modelagem matemática com o ensino da matemática, apresentando especificidades exigidas na BNCC. Considera-se que, na modelagem matemática não é somente o resultado da operação matemática que importa, mas sim todo o processo praticado pelo aluno na interação com o ambiente e com os outros, buscando informações acerca do assunto, à procura de um modelo matemático que satisfaça a busca, a resolução da situação e a interpretação de todo o processo, fazendo com que o aluno construa um caminho próprio à aprendizagem, tornando o processo muito mais valioso do que o próprio resultado esperado.

Admite-se, porém, que nem sempre o professor terá condições ou conhecimento para fazer todas as possíveis análises do objeto envolvido no estudo, contudo a investigação e a exploração dessas possibilidades é o que dará habilidade primordial para evoluir e, assim, chegar ao resultado satisfatório.

Neste trabalho propuseram-se atividades explorando a matemática em um ambiente real, que foi na cultura do tabaco, envolvendo a modelagem matemática, nas quais se aplicaram os conceitos básicos de funções, transformações, regra de três simples, construção de tabela,

operação de multiplicação e divisão, proporção e arredondamento, conteúdos estes trabalhados em vários anos do Ensino Fundamental e Médio.

De acordo com o desenvolvimento desta pesquisa, a atividade da modelagem matemática é um ótimo recurso pedagógico, pois é oportuniza uma relação entre os conteúdos com as situações presentes no cotidiano do educando que podem ser estudados, seja qual for o ambiente trabalhado, promovendo assim um ensino significativo e de maior qualidade, diferente do modelo tradicional.

No entanto, algumas situações fogem do domínio do professor, porém, enfatiza-se que a habilidade de observar os obstáculos e reconhecer o seu alcance em uma atividade de modelagem é uma demonstração de aprendizado.

Analisaram-se e interpretaram-se os resultados obtidos das resoluções e modelos encontrados, a partir das situações problemas destacadas no cultivo do tabaco, e constatou-se que todas foram satisfatórias, uma vez que todo o processo foi estruturado de acordo com o que a modelagem matemática indica a fazer, e todas as ações foram acompanhadas pelo produtor que tem o conhecimento vivencial do assunto, podendo, assim ter a comprovação da teoria (conforme esta pesquisa) e tudo o que é realizado na prática pelo produtor.

Conclui-se que, para os alunos serem cada vez mais motivados, participativos e serem protagonistas na construção do seu próprio conhecimento, um dos meios é a utilização da modelagem matemática como metodologia de ensino, pois como mencionam Biembegut e Hein (2005), “as técnicas de modelagem matemática satisfazem as necessidades de um ensino de Matemática mais dinâmico, revestido de significado nas ações desenvolvidas, tornando o estudante mais atento, crítico e independente”.

Portanto, é de suma importância que o estudante tenha uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, percebendo em seu cotidiano a utilização da matemática, observando que os conceitos e conhecimentos adquiridos servirão para transformar o mundo ao seu redor, e desenvolvendo a capacidade de solucionar problemas, organizar ideias, construir hipóteses, fazer questionamentos, avaliar resultados e dar opiniões e sugestões que contribuam à tomada de decisões.

Os autores gostariam de ter trabalhado esta pesquisa em sala de aula, em uma situação real de ensino, porém, devido à pandemia da Covid-19, pela qual o mundo inteiro e Brasil estão passando, isso não foi possível, ficando assim, o desejo de quando possível for, realizarem uma sequência didática e aplicarem esse método de ensino aos seus futuros alunos.

Finalmente, pelo que se expôs da referência de vários especialistas no assunto e por experiência própria, os pesquisadores concluem que a modelagem matemática é uma excelente

ferramenta no processo de ensino aprendizagem, contribuindo de forma integral aos estudantes e professores, pois a troca de experiência é um aprendizado mútuo.

Para trabalhos futuros sugere-se uma pesquisa mais ampla das possibilidades de modelagem matemática no cultivo do tabaco e aplicação em sala de aula, testando os potenciais resultados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE FUMICULTORES DO BRASIL (AFUBRA). Disponível em: <https://afubra.com.br/home.html>. Acesso em: 27 set. 2020.

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa da. **Modelagem matemática em foco**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2014.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; DIAS, Michele Regiane. **Um estudo sobre o uso da Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem**. Bolema, Rio Claro – SP, v. 17, n. 22, set. 2004. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10529>. Acesso em: 20 set. 2020.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico**. Rio de Janeiro: ANPED, 2001. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Barbosa.pdf. Acesso em: 20 set. 2020.

BARBOSA, Jonei Cerqueira; CALDEIRA, Ademir Donizeti; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Modelagem matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Sbem, 2007. 3 v.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015. 240 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/24359/pdf/0>. Acesso em: 20 set. 2020.

BAUER, Martin W.; AARTS, Bas. **A construção do corpus: um princípio para a coleta de dados qualitativos**. Petrópolis: Vozes; 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática & implicações no ensino e na aprendizagem de Matemática**. 2. ed. Blumenau: Edfurb, 2004.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 21 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer (INCA). **Quais são as doenças causadas pelo uso do cigarro e outros produtos derivados de tabaco?** Brasília, Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/perguntas-frequentes/quais-sao->

doencas-causadas-pelo-uso-cigarro-e-outros-produtos-derivados-tabaco. Acesso em: 04 out. 2020.

BRASIL. Senado Federal. **Armas nacionais**. Brasília, Senado Federal, 2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/identidadevisual/armas-nacionais>. Acesso em: 27 set. 2020.

BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Unicamp Biblioteca Central: 1992. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252996>. Acesso em: 20 set. 2020.

CASTRO, Elida Maiara Velozo de. VERONEZ, Michele Regiane. Diferentes encaminhamentos para um mesmo tema em atividades de modelagem matemática. Curitiba, **ACTIO: Docência em Ciências**: v. 3, n. 3, p. 471-488, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/7782/5771>. Acesso em: 25 out. 2020.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexivas na educação matemática. In: BICUDO, Maris Aparecida Viggiani (org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, p. 97, 1999.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, 20 jan. 2005. Quadrimestral. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v31n1/a08v31n1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS (DICIO). **Tendência**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/tendencia/>. Acesso em: 15 set. 2020.

DUTRA, Éder Jardel; HILSINGER, Roni. A Cadeia produtiva do tabaco na região Sul do Brasil: aspectos quantitativos e qualitativos. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 3, p. 17-33, set. 2013. Quadrimestral. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/download/12490/pdf>. Acesso em: 28 set. 2020

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE COMUNIDADES TERAPÊUTICAS (FEBRACT). **Investimento em inovação para liderar mercado de tabaco**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://febract.org.br/portal/inovacao-para-liderar-mercado-de-tabaco/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FLEMMING, Diva Marília. **Aspectos metodológicos de uma pesquisa: escolhas prévias**. Palhoça: UNISUL, 2016.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GARCES, Solange Beatriz Billig. **Classificação e tipos de pesquisas**. 2010. Universidade de Cruz Alta – Unicruz. Disponível em: <http://www.redepoc.com/jovensinovadores/ClassificacaoeTiposdePesquisas.doc>. Acesso em: 03 set. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE Maps: **Localização propriedade**. 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-28.3595436,-49.2903164,3a,75y,131.78h,116.9t/>

data=!3m8!1e1!3m6!1sAF1QipN6_PJNhbCrlPoHCjsoKur3zPNUApbcMvT1CxOs!2e10!3e11!6shttps:%2F%2Flh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipN6_PJNhbCrlPoHCjsoKur3zPNUApbcMvT1CxOs%3Dw203-h100-k-no-pi-27.827162-ya103.79514-ro-0.27302662-fo100!7i7200!8i3600. Acesso em: 30 nov. 2020.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologia: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2015. Livro virtual. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/2027/pdf/0>. Acesso em: 20 set. 2020.

KNIJNIK, Gelsa *et al.* **Etnomatemática em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019 (Coleção Tendências em Educação Matemática). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/177832/pdf/0?code=D/Lw5xxAOOnRtN6+bVua3BMtm4PWXCvK+vmCYbRh2hpiSeRGD8/HGf5l20+f4fqPa7nWSN2NsbMmZ+6rJeCePA==>. Acesso em: 19 set. 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, Kelen Helena de. Proposta de ensino: história da Matemática no ensino e aprendizagem de Matemática. 2015. **INFOESCOLA**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/proposta-de-ensino-historia-da-matematica-no-ensino-e-aprendizagem-de-matematica/>. Acesso em: 17 set. 2020.

ONUCHIC, Lourdes De La Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. **Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/72994>>. Acesso em: 20 set. 2020.

ORLEANS, Prefeitura Municipal. **Economia**. 2020. Disponível em: <https://www.pmo.sc.gov.br/inicio/economia>. Acesso em: 29 set. 2020.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. Rio de Janeiro. Interciência. 1995.

RIBEIRO, Flávia Dias. **Jogos e modelagem na Educação Matemática: metodologia do ensino da Matemática e da Física [livro eletrônico]**. 1. ed. v. 6. – Curitiba: InterSaberes, 2012. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/6433/pdf/0>. Acesso em: 24 set. 2020.

RICHT, Adriana; ALBERTI, Luana Angélica. Tendências no ensino da matemática nos anos finais do ensino fundamental: abordagens evidenciadas em livros didáticos. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 145-172, set. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2017v12n1p145/34931>. Acesso em: 15 set. 2020.

SÁ, Robison. Jogos didático-matemáticos: um aprendizado divertido. 2020. **INFOESCOLA**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/jogos-didatico-matematicos-um-aprendizado-divertido/>. Acesso em: 24 set. 2020.

SÁ, Robison. Modelagem, TICs e o ensino da Matemática. 2012. **INFOESCOLA**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/educacao-matematica/modelagem-tics-e-o-ensino-da-matematica/>. Acesso em: 20 set. 2020.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO TABACO (SINDITABACO). Santa Cruz do Sul, 2020. Disponível em: <https://www.sinditabaco.com.br/home>. Acesso em: 27 set. 2020.

SOUZA CRUZ. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.souzacruz.com.br/home>. Acesso em: 27 set. 2020.

SOUZA, Celso de Oliveira. **Orleans**: cem anos de história política. Orleans: Fundação Educacional Barriga Verde. 2013.

SOUZA, Celso de Oliveira. **Orleans na economia da colonização**: a cultura do fumo na região de Orleans e suas implicações sociais. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Educação e Cultura, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: [celso de oliveira souza orleans na economia da colonização: a cultura do fumo na região de orleans e suas implicações sociais \(123dok.com\)](https://www.123dok.com/worksheets/123dok.com/celso-de-oliveira-souza-orleans-na-economia-da-colonizacao-a-cultura-do-fumo-na-regiao-de-orleans-e-suas-implicacoes-sociais). Acesso em: 27 set. 2020.

TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela Martins Soares. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008 (Coleção Tendências em Educação Matemática). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/36647/pdf/0>. Acesso em: 20 set. 2020.

TREVISAN, Rita. BNCC na prática: tudo que você precisa saber sobre matemática. 2019. **Nova Escola**. Co-Realização: Fundação Lemann. Disponível em: <https://nova-escola-producao.s3.amazonaws.com/eMrB4dsSrzgrxwAcffzAUu7Rq9bRW4UbeEQ7jtG778jMZnDyxVbEwQXrnmwks/guia-bncc-ne-matematica-1.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

VERGARA, Sylvia Constant. **Método de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013 (Coleção Tendências em Educação Matemática). Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/48705/pdf/0>. Acesso em: 20 set. 2020.

FEITOSA, Ailton. Metodologia de ensino: história da Matemática. **INFOESCOLA**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/matematica/metodologia-de-ensino-historia-da-matematica/>. Acesso em: 17 set. 2020

GUIMARÃES, Ueudison Alves; MARINHEIRO, Carlos Alberto. A história da Matemática no Ensino Fundamental. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 02, ed. 01, v. 16, pp. 05-11, março de 2017.

MORE: **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 04 set. 2020.

REISDOEFER, Deise Nivia. Um mapeamento teórico de teses e dissertações com enfoque na Modelagem matemática no âmbito da formação de professores. **Boletim do Labem**, Niteroi, v. 8, n. 14, p. 2-18, jun. 2017. Semestral. Disponível em: <http://www.labem.uff.br/novo/index.php/labem/article/viewFile/100/102>. Acesso em: 03 set. 2020

SILVA, Elia *et al.* **Trabalhos acadêmicos na Unisul**: apresentação gráfica. Palhoça: UnisulVirtual; Ed. Unisul, 2019

SILVEIRA, Everaldo. **Modelagem matemática em educação no Brasil**: entendendo o universo de teses e dissertações. 2007. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007

VIANNA, Cleverson Tabajara. **Classificação das pesquisas científicas**: notas para os alunos. 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/cleversontabajara1/metodologia-cientifica-tipos-de-pesquisa-ultimate>. Acesso em: 03 set. 2020