

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

CRISTINA DA SILVA MARTINS PARAOL

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA
PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO CONVENCIONAL**

PORTO ALEGRE-RS

2020

Cristina da Silva Martins Paraol

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA
PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO CONVENCIONAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Vandoir Stormowski.

PORTO ALEGRE

2020

CIP - Catalogação na Publicação

Martins Paraol, Cristina

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DE
ARROZ IRRIGADO CONVENCIONAL / Cristina Martins
Paraol. -- 2020.

102 f.

Orientador: Vandoir Stormowski.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática e
Estatística, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. O trabalho está fundamentado nas ideias da
Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica. A
pesquisa ocorreu com estudantes do nono ano de uma
escola do município de Jacinto Machado, no qual tem
por principal atividade econômica a produção de arroz
irrigado convencional. Por meio da matemática os
estudantes investigaram a produção de arroz e as
questões vinculadas ao contexto. . I. Stormowski,

Vandoir, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cristina da Silva Martins Paraol

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA
PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO CONVENCIONAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Vandoir Stormowski.

Banca examinadora

Prof. Dra. Elizete Maria Possamai Ribeiro - IFC

Prof. Dra. Marilaine de Fraga Sant'Ana – IME (UFRGS)

Prof. Dr. Rodrigo Sychocki da Silva – IME (UFRGS)

Porto Alegre, 18 de dezembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão a todos que de certa maneira contribuíram para realização desse trabalho, em especial: aos meus pais Luís e Nedir, pelo apoio e incentivo;

ao meu esposo Eliseu pela compreensão;

a minha filha Isadora pelo amor incondicional;

ao meu irmão Elizeu pelos esclarecimentos do âmbito agrícola;

a UFRGS pelo ensino gratuito e de qualidade;

aos professores e colegas do PPGEMat;

a minha querida amiga Olga Cristina;

ao professor Vandoir, orientador deste trabalho, obrigada por tudo, Professor!

A Matemática possui uma força maravilhosa capaz de nos fazer compreender muitos mistérios de nossa fé.

SÃO JERÔNIMO

RESUMO

Este trabalho tem como questão central: de que maneira a aprendizagem Matemática pode contribuir para uma reflexão dos estudantes sobre o contexto da rizicultura? A pesquisa é de natureza qualitativa, fundamentada em conceitos da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica. A prática de sala de aula planejada para desenvolver as atividades da pesquisa levou em consideração os Cenários para Investigação, prática associada a Educação Matemática Crítica. As atividades foram divididas em três etapas sequenciais, de modo a acompanhar a estruturação do cenário da produção de arroz e as questões vinculadas. A pesquisa realizou-se no segundo semestre de 2019, com uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal de Jacinto Machado, em Santa Catarina. A pesquisa evidenciou que, com base na intenção manifestada pelos estudantes em explorarem o contexto da produção arroz, os mesmos mobilizaram conceitos matemáticos, o que proporcionou a conexão da Matemática da vida real com a Matemática escolar e, além disso, a reflexão sobre o contexto agrícola do município e a questão dos agrotóxicos.

Palavras-chave: Etnomatemática. Cenários para Investigação. Rizicultura. Reflexão.

ABSTRACT

This work has as its central question: how can mathematical learning contribute to students' reflection on the context of rice growing? The research is of a qualitative nature, based on concepts of Ethnomathematics and Critical Mathematics Education. The classroom practice planned to develop the research activities took into account the Scenarios for Investigation, practice associated with Critical Mathematics Education. The activities were divided into three sequential stages, in order to accompany the structuring of the rice production scenario and related issues. The research was carried out in the second semester of 2019, with a class from the 9th grade of Elementary School in a municipal school in Jacinto Machado in Santa Catarina. The research showed that, based on the students' intention to explore the context of rice production, they mobilized mathematical concepts, which provided the connection between real-life mathematics and school mathematics and, in addition, reflection on the context of the municipality and the issue of pesticides.

Keywords: Ethnomathematics. Investigation Scenarios. Rice culture. Reflection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões produtoras de arroz em Santa Catarina.	16
Figura 2 - Ciclo do desenvolvimento do arroz.....	17
Figura 3 - Região do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul.	19
Figura 4 - Quantidade de agrotóxico utilizado pelos estados que compõem a região Sul do Brasil....	23
Figura 5 - Uso de agrotóxicos por área agrícola dos municípios de Santa Catarina.	24
Figura 6 - Limite máximo dos resíduos de 2,4-D em grãos.	26
Figura 7 - Limite máximo do resíduo de 2,4-D na água, para consumo humano.....	27
Figura 8 - Cenário de investigação.	51
Figura 9 - Estruturação do cenário para investigação (1).....	51
Figura 10 - Estruturação do cenário para investigação (2).....	52
Figura 11 - Fachada da Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta.	54
Figura 12 - Etapas do desenvolvimento da lavoura de arroz 58	58
Figura 13 - Gráficos da produção de arroz na Região Sul do Brasil 60	60
Figura 14 - Resoluções distintas para questão (e). 61	61
Figura 15 - Informações sobre a produção de arroz do município de Jacinto Machado..... 63	63
Figura 16 - Resolução da questão (c). 64	64
Figura 17 - Tabela de dados referente ao investimento em agroquímicos por hectare. 65	65
Figura 18 - Reportagem sobre a condenação pelo uso excessivo de agrotóxico. 66	66
Figura 19 - Representação da função da questão (a). 67	67
Figura 20 - Representação da função da questão (b). 68	68
Figura 21 - Gráfico da questão (d). 71	71
Figura 22 - Cálculos desenvolvidos pelos estudantes na questão (a). 73	73
Figura 23 - Gráfico da questão (a). 75	75
Figura 24 - Considerações sobre a interpretação do gráfico. 76	76
Figura 25 - Extrato dos textos (1)..... 77	77
Figura 26 - Extrato dos textos (2)..... 78	78
Figura 27 -Resumo da pesquisa 81	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Listagem dos trabalhos correlatos	30
Quadro 2 - Classificação dos ambientes de aprendizagem.	44
Quadro 3 - Esquema das atividades planejadas por etapas.	53
Quadro 4 - Identificação dos estudantes	55
Quadro 5 - Trecho do diálogo entre os estudantes.....	62
Quadro 6 - Trecho do diálogo entre os estudantes.....	74
Quadro 7 – Movimentação entre os ambientes de aprendizagem.	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	CONTEXTO DO AMBIENTE DE PESQUISA	15
2.1	Rizicultura	15
2.2	O município de Jacinto Machado e a rizicultura	18
2.3	Agrotóxicos e a rizicultura	20
3	SUBSÍDIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	29
3.1	Revisão bibliográfica	29
3.2	Reflexões sobre a Etnomatemática e a valorização da realidade dos estudantes	33
3.3	Reflexões sobre a Educação Matemática Crítica e o contexto de pesquisa	39
4	METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	49
4.1	Estrutura do cenário de investigação	49
4.2	Planejamento das atividades	52
4.3	Implementação das atividades	54
4.4	Obtenção dos dados e procedimentos para as análises	55
5	ANÁLISES	57
5.1	ETAPA 1 – A produção de arroz e a Matemática	57
5.2	ETAPA 2 – O investimento em insumos na produção de arroz convencional no município de Jacinto Machado	65
5.3	ETAPA 3 – Compreendendo a realidade por meio da Matemática	76
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE A – Plano de aulas (ETAPA I)	89
	APÊNDICE B – Plano de aulas (ETAPA II)	93
	APÊNDICE C – Plano de aula (ETAPA III)	99
	ANEXO A	100
	ANEXO B	101
	ANEXO C	102

1 INTRODUÇÃO

Desde a minha graduação e, posteriormente, com a atuação como professora constatei que a Matemática da sala de aula está distante da Matemática vivenciada pelos estudantes no dia a dia¹.

De modo geral, na escola ainda “paira” o método de ensino tradicional, em que se tem a ilusão de que o professor é responsável por transmitir o conhecimento aos estudantes, e a eles cabe a tarefa de memorizar o conteúdo e reproduzir listas de exercícios. De acordo com Skovsmose (2000), a Educação Matemática Tradicional tem como características a exposição de técnicas de resolução pelo professor, seguida da resolução de exercícios pelos estudantes.

O currículo contribui para esta situação, pois é elaborado de forma conteudista e não considera as características da comunidade escolar. “Nessas condições, ensinam-se conteúdos que num determinado momento histórico tiveram sua importância e que são transmitidos segundo uma metodologia definida *a priori*, sem conhecer os alunos” (D’AMBROSIO, 2012, p. 81).

Essas questões sempre me causaram inquietações, de modo a me fazer pensar sobre a minha atuação em sala de aula como professora, bem como no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. As dificuldades enfrentadas neste processo me levaram a refletir sobre a realidade dos estudantes, ou seja, sobre a Matemática vivenciada por eles e como a Matemática escolar poderia se conectar com a realidade dos mesmos.

A região do Extremo Sul de Santa Catarina é predominantemente agrícola. O município de Jacinto Machado, onde atuo como professora, tem por base econômica a produção agrícola com destaque no cultivo do arroz irrigado convencional². A maioria dos estudantes que frequentam as escolas do município tem algum tipo de ligação com a agricultura, especificamente com a rizicultura³.

Diante desse contexto, em minha atuação como professora, passei a desenvolver algumas atividades didáticas considerando a rizicultura. Ressalto

¹ Em algumas partes deste capítulo utilizarei a primeira pessoa do singular, principalmente para abordar situações ou reflexões da minha experiência. No restante do texto será utilizada a escrita na forma impessoal.

² Sistema de plantio que utiliza agroquímicos.

³ Cultivo agrícola do arroz.

algumas atividades como: o cálculo da área destinada ao cultivo de arroz, o volume de água necessário para irrigar um hectare de arroz, a função que representa o consumo de óleo diesel de uma máquina agrícola por hora para preparar o solo, entre outras atividades.

Estas atividades foram realizadas em sala de aula e proporcionaram a participação e o envolvimento dos estudantes. No desenvolvimento das atividades ficou evidente que os estudantes vivenciaram a Matemática como uma ciência essencial para realizar atividades do cotidiano.

Entretanto, o desenvolvimento de atividades considerando a produção de arroz irrigado convencional, fez emergir entre os estudantes a questão dos agroquímicos⁴. A questão se intensificou com o início das ações do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul⁵ na escola, em que os estudantes estabeleceram comparações entre as ações do projeto e a realidade agrícola do município.

De maneira geral, o Projeto Geoparque visa o desenvolvimento turístico e, conseqüentemente, a preservação ambiental da região devido à diversidade geológica aliada à biodiversidade da Mata Atlântica. Na fase inicial, o projeto é desenvolvido nas escolas do município com o objetivo de desenvolver práticas sustentáveis, valorização da cultura local e o conhecimento do território.

Diante destas questões e com o ingresso no PPG em Ensino de Matemática da UFRGS, a proposta de pesquisa aqui apresentada foi se delineando. As leituras sobre as ideias da teoria da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica contribuíram para delimitar e definir a questão de investigação desta pesquisa.

Sendo assim, as dificuldades sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, as questões que envolvem o contexto do município e a minha atuação como professora de Matemática neste meio são justificativas e motivação para o desenvolvimento desta pesquisa, que tem como questão central: de que maneira a aprendizagem Matemática pode contribuir para uma reflexão dos estudantes sobre o contexto da rizicultura?

A pesquisa apresentada nesta dissertação é de natureza qualitativa, e considera o contexto agrícola dos estudantes para propor uma sequência de

⁴ Aplicação de produtos químicos na agricultura (fertilizantes e agrotóxicos).

⁵ Consulte o Site do Projeto Geoparque. Disponível em: <https://canionsdosul.org/>. Acesso em: 19, jul. 2019.

atividades que promovam a aprendizagem Matemática. Sendo assim, se tem por objetivos gerais:

- ✓ Contextualizar o processo de ensino da Matemática na rizicultura;
- ✓ Analisar a aprendizagem dos estudantes neste contexto;
- ✓ Oportunizar aos estudantes, por meio da Matemática, a reflexão sobre a realidade em que vivem.

Para compreensão da pesquisa desenvolvida, o texto da dissertação está organizado em seis capítulos. Com intuito de situar o leitor, segue uma breve descrição do conteúdo de cada capítulo.

No segundo capítulo, segue a apresentação do contexto da pesquisa, a produção de arroz irrigado, dados do município de Jacinto Machado e algumas pesquisas técnicas sobre aspectos relacionados à utilização dos agrotóxicos e a rizicultura. Considero esta apresentação importante para que fique clara a realidade em que os alunos estão inseridos, e dada a importância que esta realidade possui nesta pesquisa.

O terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta o desenvolvimento desta pesquisa. As ideias da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica foram fundamentais para delinear e compreender o contexto da pesquisa. As ideias da Etnomatemática auxiliaram na compreensão sociocultural dos estudantes, a Matemática envolvida no cotidiano e a maneira como é utilizada. Segundo D' Ambrosio (2009, p.46-47) “a proposta pedagógica da Etnomatemática é fazer da matemática algo vivo, lidando com situações reais[agora] e no espaço[aqui]. E, através da crítica, questionar o aqui e agora”.

As ideias da Educação Matemática Crítica contribuíram para o planejamento e a implementação das atividades, bem como para as reflexões sobre os aspectos que permeiam o contexto de pesquisa. Skovsmose (2000), apresenta como alternativa distinta das práticas tradicionais de ensino, o que denominou como cenário para investigação, ou seja, um ambiente que favoreça as atividades de investigação.

O quarto e quinto capítulo respectivamente, apresentam a metodologia empregada para o planejamento das atividades e para produção dos dados e as análises sob as concepções da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica.

Finalizamos a dissertação com o sexto capítulo, no qual apresentamos as considerações finais desta pesquisa.

2 CONTEXTO DO AMBIENTE DE PESQUISA

Neste capítulo, apresenta-se, de maneira sucinta, aspectos que compõem o contexto no qual se desenvolveu a pesquisa descrita nesta dissertação. Ressalta-se a importância nutricional e socioeconômica da produção de arroz, a expressividade da Região Sul do Brasil na produção do cereal, bem como os aspectos que caracterizam a rizicultura no Estado de Santa Catarina.

Nas seções subsequentes, destacam-se questões vinculadas a rizicultura no município de Jacinto Machado e apresentam-se algumas pesquisas técnicas sobre a utilização de agrotóxicos na produção de arroz.

2.1 Rizicultura

O arroz está entre os cereais mais cultivados e consumidos no mundo. O cereal é de grande relevância nutricional, sendo assim, caracteriza-se como o principal alimento de mais de 3 bilhões de pessoas no mundo (EPAGRI, 2018).

O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz. O cereal é um integrante básico no hábito alimentar de mais de 90% da população brasileira. Na safra 2018/2019, o país produziu aproximadamente 10 milhões de toneladas do cereal, e a Região Sul do Brasil foi responsável por 80% da produção nacional (CONAB, 2019a, 2019b).

A produção de arroz está concentrada principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gerando renda e a movimentação da economia. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor do Brasil, responsável por 68% da produção nacional. O IRGA⁶ mantém, de maneira contínua, pesquisas para o desenvolvimento de novas cultivares⁷, com intuito de aliar produtividade e qualidade ao cereal (CONAB, 2015).

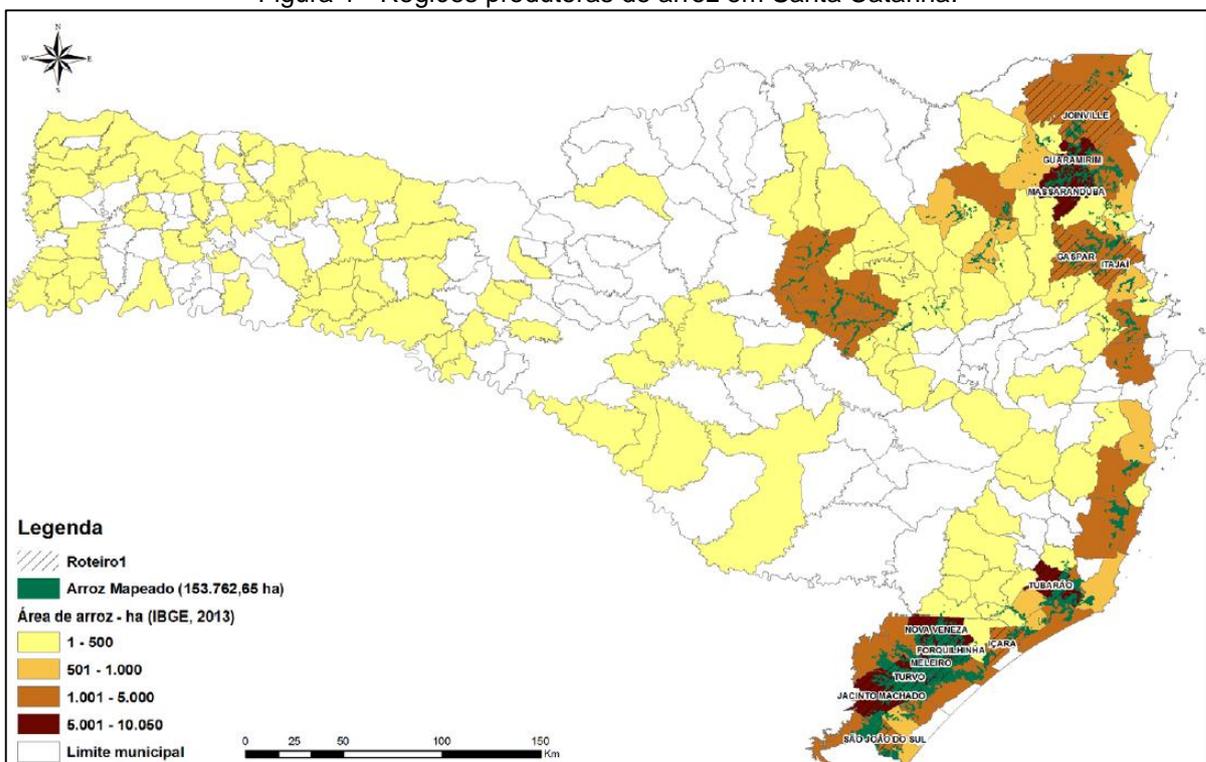
⁶ Instituto Rio Grandense do arroz.

⁷ Novas variedades de arroz (melhoramento genético).

Segundo dados da Epagri⁸ (2018), o estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor de arroz do país. O estado é destaque em produtividade, ou seja, tem a maior produção de toneladas por hectare. Entretanto, diferente do estado do Rio Grande do Sul, é característica do estado de Santa Catarina as pequenas propriedades rurais com mão de obra predominantemente familiar (CONAB, 2015).

Na Figura 1, identificam-se as regiões: Alto, Médio e Baixo Vale do Itajaí, Litoral Norte e Litoral Sul, nas quais concentra-se a produção de arroz no Estado de Santa Catarina.

Figura 1 - Regiões produtoras de arroz em Santa Catarina.



Fonte: Conab (2015, p.85).

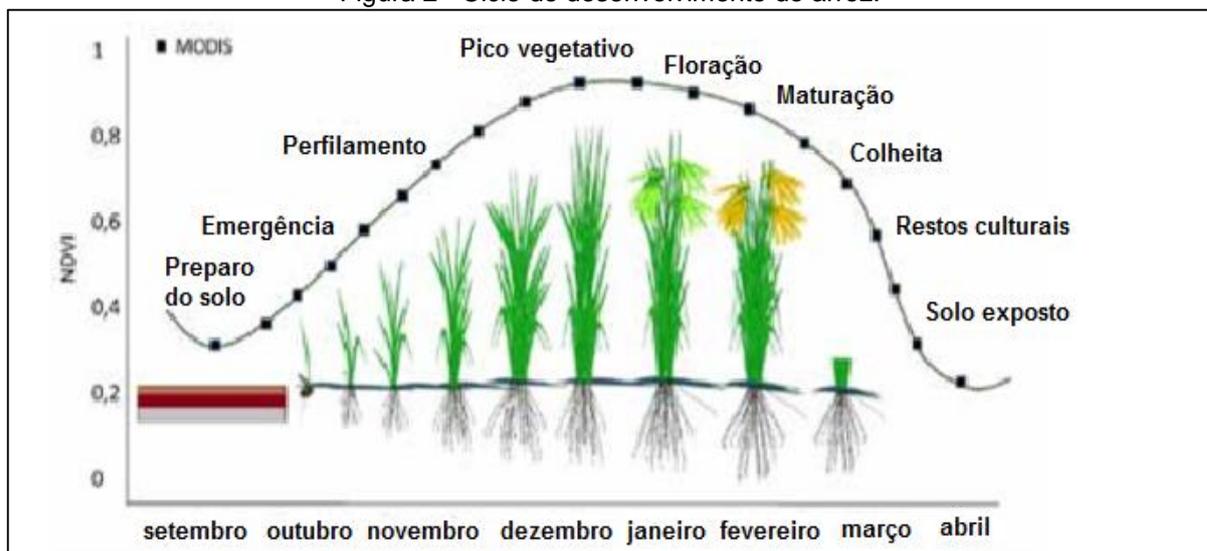
A região Sul do estado concentra mais de 60 agroindústrias, que são responsáveis pelo beneficiamento e armazenamento do arroz produzido em Santa Catarina e parte da produção do estado do Rio Grande do Sul. A produção de arroz dos estados sulinos, “é considerada estabilizadora para o mercado brasileiro e garante o suprimento desse cereal à população brasileira” (SOSBAI, 2018, p.10).

⁸ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

No entanto, o sistema de cultivo predominante na Região Sul é o arroz irrigado (várzea), em que para preparar o solo são utilizados máquinas e implementos agrícolas. Inicialmente, ocorre o afrouxamento da camada superficial da terra e a incorporação dos resíduos da lavoura anterior, conhecida como “palhada”. Posteriormente, o solo é inundado e “prancheado” ou “alisado” para receber a semente pré-germinada (RIBEIRO, 2001).

Na Figura 2, observa-se o ciclo de desenvolvimento do arroz, que desde a semeadura até a colheita varia entre 110 a 150 dias, dependendo da cultivar⁹ adotada pelo agricultor. O preparo do solo e a semeadura ocorrem entre os meses de setembro/outubro e a colheita geralmente inicia-se no mês de fevereiro. Durante este período, para o desenvolvimento da lavoura, ocorrem aplicações de fertilizantes químicos e agrotóxicos. O manejo da água é essencial para obterem-se os resultados esperados com as aplicações.

Figura 2 - Ciclo do desenvolvimento do arroz.



Fonte: Adaptado de Conab (2020, p.27).

O sistema de plantio irrigado, em que são utilizados agroquímicos, é vantajoso para o agricultor por reduzir o aparecimento de ervas daninhas e, conseqüentemente, a mão de obra. Todavia, o alto consumo de água e as possibilidades de contaminação dos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, são as principais desvantagens (BACK; DESCHAMPS, 2016).

⁹ Variedade do arroz semeado.

A produção de arroz em Santa Catarina é de grande relevância socioeconômica. Porém, a preparação do solo encharcado para receber a semente pré-germinada e as outras etapas para o desenvolvimento da lavoura, como o manejo da água e a utilização de agroquímicos, convergem para problemas ambientais vinculados ao escoamento da água com resíduos de agroquímicos (Conab, 2015).

2.2 O município de Jacinto Machado e a rizicultura

Jacinto Machado é um município catarinense, localizado no Extremo Sul do Estado. Com uma população de pouco mais de 10 mil habitantes e com características da cultura italiana, o município tem como principal atividade econômica a produção de arroz.

Segundo informações da Epagri (2019), na safra 2018/2019, o município destinou cerca de 7200 hectares para o cultivo do arroz irrigado convencional. Conforme mencionado na seção anterior, é característico o desenvolvimento das atividades agrícolas em pequenas propriedades rurais geridas pelas famílias.

A Cooperja¹⁰ (Cooperativa Agroindustrial de Jacinto Machado), os engenhos e as agropecuárias do município são responsáveis pelo beneficiamento e armazenamento do grão, bem como pela comercialização de agroquímicos, maquinário, entre outros produtos utilizados no cultivo do arroz.

Além da produção agrícola, o município tem um grande potencial turístico. Jacinto Machado faz divisa com o município gaúcho de Cambará do Sul. A região é considerada patrimônio geológico nacional e fica na divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, próximo ao litoral, no Sul do Brasil. O território conta com duas unidades de conservação federais, o Parque Nacional da Serra Geral e a Serra Geral (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012).

Com intuito de desenvolver o potencial turístico da região, alguns municípios de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul uniram-se em prol de obter da UNESCO o título de Geoparque “Caminhos dos Cânions do Sul”. O reconhecimento da região como Geoparque implica em uma série de exigências e reflexões sobre a economia, o meio ambiente e a comunidade.

¹⁰ Confira no site da Cooperativa Agroindustrial de Jacinto Machado. Disponível em: <http://cooperja.com.br/>. Acesso em: 12, dez. 2019.

A chancela de “geoparque” é concedida pela *Global Geoparks Network* (GGN)/UNESCO a regiões geográficas com limites definidos, onde sítios geológicos e paisagens têm importância internacional. Tem-se por finalidade conectar o patrimônio geológico com os aspectos naturais e culturais da região, promovendo a conscientização da utilização dos recursos naturais de forma sustentável, assim como a preservação do patrimônio geológico da região. Dessa forma, a conservação, a educação e o desenvolvimento sustentável são pilares da administração dos geoparques (UNESCO, 2015).

O projeto de criação do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul tem por base o potencial geoturístico dos cânions. A região possui a maior concentração de cânions do país. A beleza cênica dos cânions, aliada à biodiversidade da Mata Atlântica, compõem a projeto (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012).

Atualmente, área do projeto para a criação do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul foi reduzida para sete municípios: Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande, localizados em Santa Catarina e Cambará do Sul, Mampituba e Torres, municípios do Rio Grande do Sul. A Figura 3 apresenta a localização da área total do projeto, que tem aproximadamente 2.830 km² e cerca de 73.347 habitantes (SUNG; BELTRÃO; MELO; SILVA; CRISTIANO, 2019).

Figura 3 - Região do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul.



Fonte: SUNG *et al.* (2019, p.1046).

A – Localização da região no contexto nacional;

B – Região entre os estados de SC e RS;

C – Área atual da proposta geoparque.

O projeto de criação do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul passou por reformulações. Porém, desde a primeira fase do projeto, algumas ações para o desenvolvimento sustentável da região foram elencadas, dentre elas estão: a redução

da contaminação das águas e efluentes da região, o aumento da oferta de alimentos orgânicos e a elevação do nível de escolaridade da população de maneira em geral (SUNG; BELTRÃO; MELO; SILVA; CRISTIANO, 2019).

Atualmente, o projeto é gerido pelo Consórcio Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul, firmado em 2017 pela união dos sete municípios que compõem a proposta. O consórcio tem por objetivo auxiliar no conhecimento científico integrado e multidisciplinar visando a conservação, a educação e o turismo com foco no desenvolvimento sustentável do território Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (SUNG; BELTRÃO; MELO; SILVA; CRISTIANO, 2019).

As ações desenvolvidas nos municípios, que fazem parte do consórcio, têm por foco inicial as escolas. Cursos de capacitação, feiras multidisciplinares, trabalhos e saídas de campo são ações constantes desempenhadas pelas escolas.

As ações do projeto nas escolas provocam discussões sobre a realidade agrícola dos municípios que o compõem. No município de Jacinto Machado, os estudantes confrontaram as ideias do projeto com atividades que desempenham em seus cotidianos. A discussão sobre a questão no meio escolar proporciona a reflexão sobre a realidade do município e conseqüentemente a consciência de que para o projeto se desenvolver, mudanças devem ocorrer.

Nesta pesquisa, o projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul surge como um aspecto para reflexão, vinculado a produção de arroz irrigado convencional. Dessa maneira, conciliar produção agrícola, utilização de agrotóxicos e conservação ambiental é uma questão que envolve toda a comunidade, inclusive a escola.

2.3 Agrotóxicos e a rizicultura

De acordo com Bombardi e Freitas (2018, p. 88), “o uso intenso de agrotóxicos e seus rebatimentos tem se constituído um problema de saúde pública, instigando pesquisadores de todo o País, em diferentes áreas do conhecimento”. Nesta seção, apresentam-se, de maneira breve, pesquisas realizadas que atestam os problemas ocasionados pela aplicação de agrotóxicos no cultivo de arroz irrigado convencional em Santa Catarina.

Ribeiro (2001) evidencia em sua pesquisa os problemas causados pela utilização dos agrotóxicos nas lavouras de arroz do município de Turvo, localizado no

Extremo Sul de Santa Catarina. Segundo a autora, a prática da rizicultura no município, aliada à mecanização agrícola, tem proporcionado ao agricultor ganhos econômicos e de produção satisfatórios. No entanto, devido a falta de informação sobre o manuseio correto dos agrotóxicos utilizados nas lavouras de arroz, as águas dos rios, os mananciais e a própria população do município têm sido prejudicados.

Segundo Back e Deschamps (2016), o cultivo do arroz irrigado convencional é uma atividade com alto potencial poluidor, devido ao sistema de irrigação proporcionar o transporte dos agrotóxicos pela água da chuva e pela drenagem até os mananciais hídricos. Os autores monitoraram a água de uma associação de rizicultores¹¹ por três safras (3 anos). A água da associação é derivada por gravidade da Barragem do Rio São Bento, tem apenas uma entrada sendo distribuída por sistemas de ramificações de canais aos rizicultores. A barragem está localizada na divisa dos municípios de Nova Veneza e Siderópolis, já a associação de rizicultores se encontra nos municípios de Nova Veneza e Forquilha, Sul de Santa Catarina (BACK; DESCHAMPS, 2016).

As amostras coletadas na entrada da água para o sistema de irrigação não apresentaram resíduos de agrotóxicos. Contudo, as amostras de água coletadas nos canais de irrigação e drenagem da associação, durante os três anos de cultivo, apresentaram resíduos de carbofurano¹² em todas as amostras. Em 81% das amostras de água continha resíduo de pelo menos um herbicida, dentre estes o bentazona¹³, identificado em 50% das amostras. Também foram identificados resíduos de fungicidas e inseticidas (BACK; DESCHAMPS, 2016).

Back e Deschamps (2016) concluíram que a utilização dos agrotóxicos aliada as práticas inadequadas do manejo da água, contribui para contaminação do meio ambiente, o que ainda pode ser agravado quando os produtos não estão contemplados pela legislação, o que acaba dificultando a fiscalização.

¹¹ Agricultor que se dedica ao cultivo do arroz.

¹² Composição: 2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl methyl carbamate (CARBOFURANO)
CLASSE: Inseticida e Nematicida Sistêmico do Grupo Químico Metilcarbamato de Benzofuranila
TIPO DE FORMULAÇÃO: Granulado

Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/>. Acesso em: 10, fev. 2021.

CARBOFURANO é proibido pela ANVISA - RESOLUÇÃO - RDC Nº 185, DE 18 DE OUTUBRO DE 2017 - (Retificada no DOU nº 202, de 20 de outubro de 2017)

¹³ Composição: 3-isopropyl-1 H-2,1,3-benzothiadiazin-4(3H) -one-2,2-dioxide (BENTAZONA)

CLASSE: Herbicida seletivo de ação não sistêmico

GRUPO QUÍMICO: Benzotiadiazinona

Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/>. Acesso em: 10, fev. 2021.

De acordo com Gasparini e Vieira (2010), a contaminação do solo, água e do ar pela utilização de agrotóxicos varia na maneira e na intensidade, causando sérios impactos no equilíbrio dos sistemas biológicos.

Em Santa Catarina, a rizicultura ocupa lugar de destaque no estado. O cultivo que predomina é o sistema irrigado. Geralmente, o cultivo é realizado próximo a mananciais, em que a utilização de agrotóxicos e o manejo da água para irrigação são a causa de contaminações dos recursos hídricos, inclusive a água que abastece a população (GASPARINI; VIEIRA, 2010).

O estudo de caso dos pesquisadores Gasparini e Vieira (2010), ocorreu na região centro-sul de Santa Catarina, nas bacias do Rio da Madre e Rio D'Una, nos municípios de Palhoça, Paulo Lopes e Imbituba. Dentre os problemas listados na utilização de agrotóxicos no cultivo do arroz irrigado convencional estão: (I) os indícios de contaminação do Rio D'Una, que abastece parte do município de Imbituba; (II) aplicação de agrotóxicos não recomendados ou contrabandeados; (III) imprudência dos agricultores em raramente utilizar os equipamentos de proteção individual – EPIs.

Segundo Gasparini e Vieira (2010), a manutenção do modelo agroquímico no Brasil está fundamentada nas seguintes premissas: (a) sem o uso de agrotóxicos não haverá produção de alimentos, ou então ela se tornará economicamente inviável; (b) o uso adequado de agrotóxicos não produz riscos socioambientais; e (c) a falta de informação dos agricultores é a maior responsável pelos casos de intoxicação e contaminação.

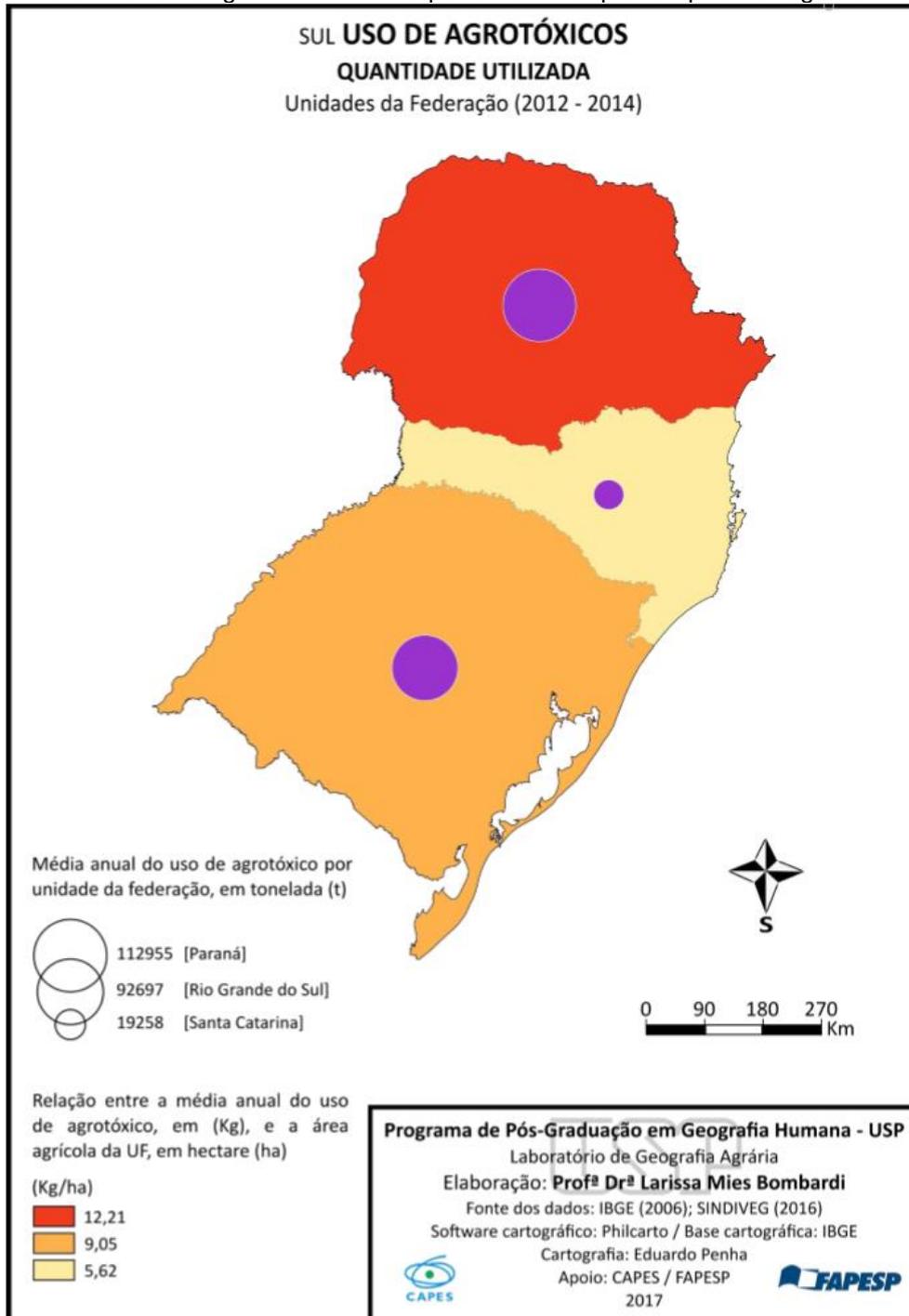
Segundo Bombardi e Freitas (2018, p. 87), “a partir de 2008 o Brasil tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, refletindo no avanço do mercado de agrotóxicos no País”.

Bombardi (2017) apresenta os resultados de sua pesquisa sobre o consumo de agrotóxicos no Brasil, de maneira detalhada em um Atlas¹⁴. A autora expõe a utilização de agrotóxicos, por regiões e por unidades federativas, bem como os impactos causados no meio ambiente e na saúde humana. A mesma ainda realizou uma comparação entre Brasil e União Europeia sobre o limite máximo de agrotóxicos permitido na água e nos alimentos para o consumo da população.

¹⁴ Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia
Larissa Mies Bombardi - São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

Na Figura 4 (mapa da Região Sul do Brasil), observa-se a média anual de agrotóxico por hectare (área agrícola) de cada unidade federativa da Região Sul. Santa Catarina fica em último lugar, com média de 5,62 Kg de agrotóxico por hectare.

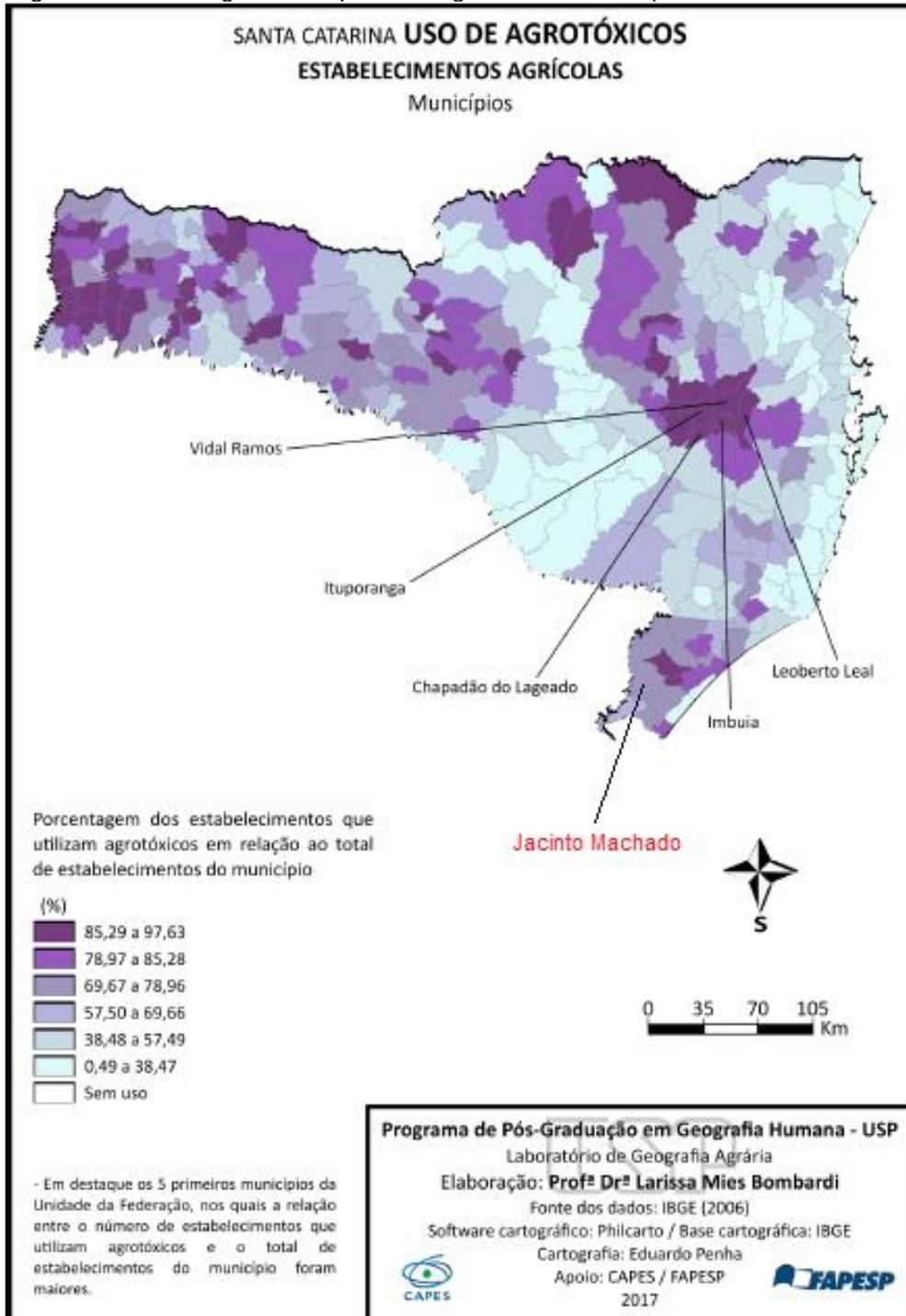
Figura 4 - Quantidade de agrotóxico utilizado pelos Estados que compõem a região Sul do Brasil.



Fonte: Bombardi (2017, p.84).

Na Figura 5 (mapa do estado de Santa Catarina), observam-se os dados sobre a utilização de agrotóxicos dos municípios catarinenses, considerando a área agrícola de cada município. Na região Extremo Sul de Santa Catarina, o município de Jacinto Machado foi identificado com letra na cor vermelha.

Figura 5 - Uso de agrotóxicos por área agrícola dos municípios de Santa Catarina.



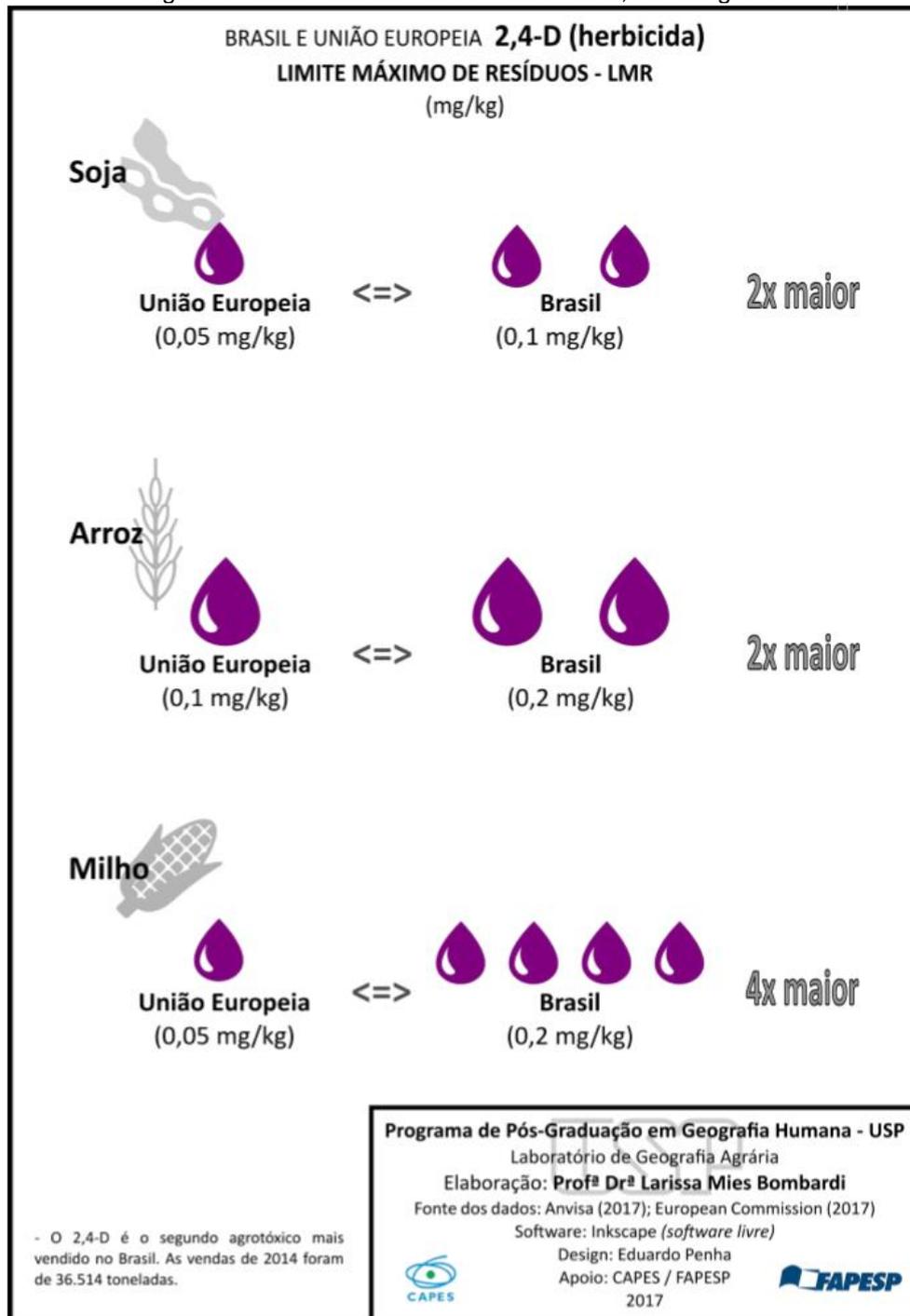
Fonte: Adaptado de Bombardi (2017, p. 89).

Bombardi (2017) também apresenta uma comparação entre Brasil *versus* União Europeia, sobre os limites máximos de resíduos de alguns agrotóxicos tolerados nos grãos e na água para consumo humano.

Nas Figuras 6 e 7, respectivamente, tem-se um recorte do trabalho da autora, que apresenta a comparação dos limites máximos tolerados no Brasil e na União Europeia para o herbicida 2,4-D¹⁵, em grãos e na água para consumo humano.

¹⁵ 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético)

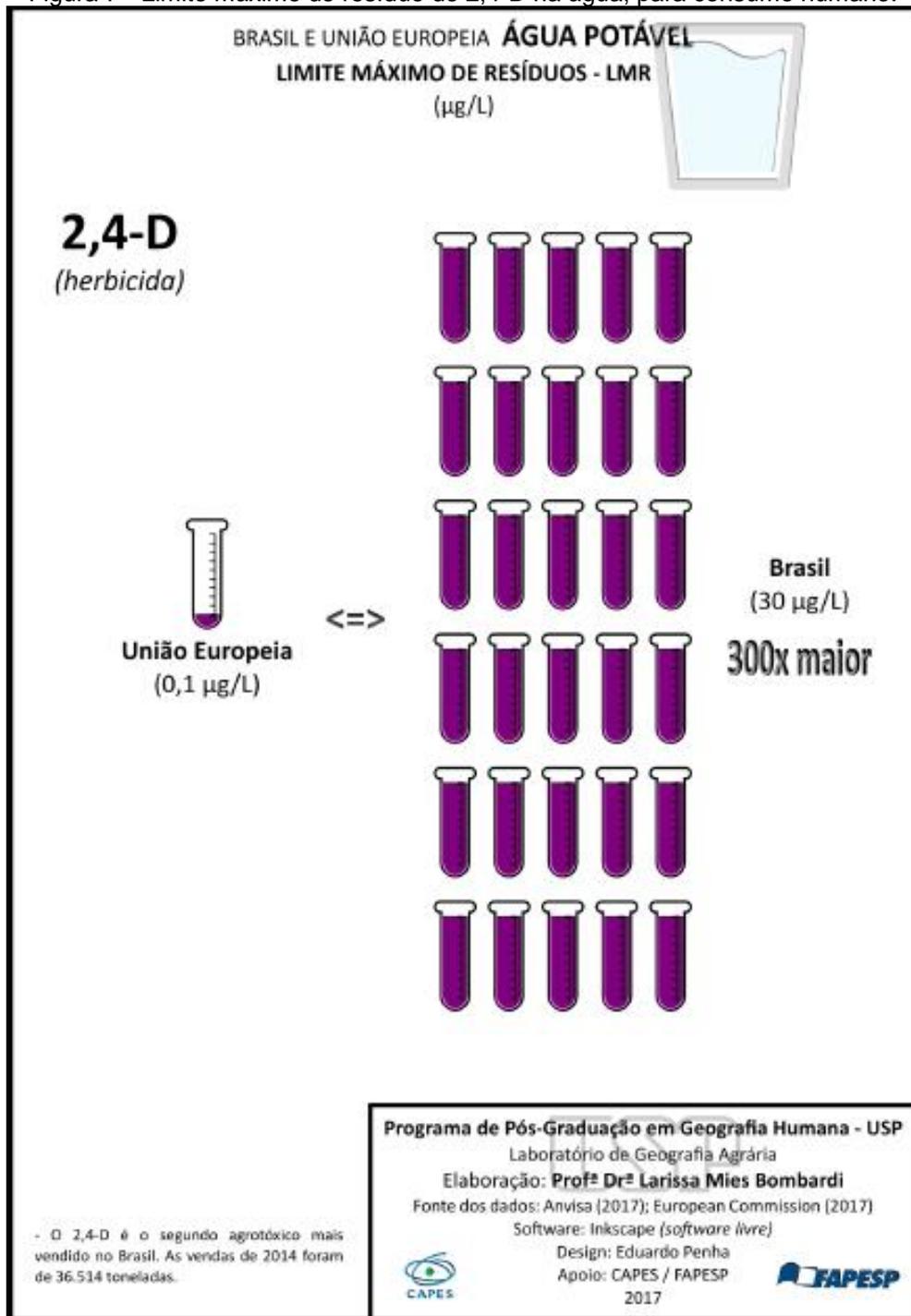
Figura 6 - Limite máximo dos resíduos de 2,4-D em grãos.



Fonte: Adaptado de Bombardi (2017, p. 250).

A Figura 7 chama atenção pela discrepância dos valores na comparação dos limites aceitáveis do herbicida 2,4D na água para consumo humano entre Brasil e União Europeia.

Figura 7 - Limite máximo do resíduo de 2,4-D na água, para consumo humano.



Fonte: Bombardi (2017, p. 262).

Segundo Bombardi (2017), o herbicida 2,4-D é o segundo agrotóxico mais vendido no Brasil. O composto 2,4D (ácido diclorofenoxiacético) foi desenvolvido no período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quando iniciou-se os estudos para o uso militar. Na Guerra do Vietnã (1954-1975), junto a outra composição que ficou conhecida como “agente laranja”, foi utilizado para desfolhar as florestas vietnamitas

para capturar inimigos de guerra. Atualmente, os herbicidas que têm em sua composição o 2, 4-D são utilizados nas lavouras para controle de ervas daninhas de folha larga (KRÜGER; FÁVARO, 2018).

Segundo Bombardi (2013), a utilização dos agrotóxicos da maneira como vem ocorrendo no Brasil é uma arma silenciosa que afeta toda a população, desde o agricultor ao consumidor final.

Como mencionado no item anterior, o uso de agroquímicos, especificamente os agrotóxicos é uma questão que gera discussões. A produção de arroz no sistema irrigado convencional está relacionada ao uso de agrotóxicos. Desta forma, proporcionar uma reflexão por meio da Matemática sobre a questão se faz necessário, pois permite ao aluno refletir criticamente sobre a realidade em que vive a partir dos dados interpretados matematicamente.

3 SUBSÍDIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, inicialmente, apresenta-se uma breve descrição de trabalhos correlacionados com o estudo desta dissertação. Segue-se com as ideias da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica, que têm como principais autores Ubiratan D'Ambrosio e Ole Skovsmose respectivamente. Ambos discutem o processo de ensino e aprendizagem da Matemática como uma questão que ultrapassa os limites da sala de aula.

3.1 Revisão bibliográfica

Para revisão bibliográfica, teve-se como propósito a busca por trabalhos similares a temática abordada nesta dissertação. Portanto, a busca restringiu-se para dissertações de Mestrado e teses de Doutorado.

Foram definidos como parâmetros os trabalhos realizados nos últimos 5 anos, sob a perspectiva das concepções teóricas da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica no contexto da Rizicultura. A busca pelos trabalhos deu-se no catálogo de teses e dissertações da CAPES¹⁶. Inicialmente, utilizaram-se as seguintes palavras-chaves: *etnomatemática*, *"cenários de investigação"*, *"cultivo de arroz"*, *"produção de arroz"*, *rizicultura*, *orizicultura*, *agrotóxicos*.

Obtiveram-se como respostas 3927 trabalhos, então refinou-se a busca aplicando os filtros: *Grande Área Conhecimento* pela opção *Ciências Exatas e da Terra*, em *Área Conhecimento* pela opção *Matemática* e, finalmente, em *Área Concentração* por *Ensino de Matemática*.

Realizou-se a busca, e obteve-se como resultado 8 trabalhos, dos quais não listavam trabalhos desenvolvidos no contexto da rizicultura. Deste modo, optou-se por buscar por trabalhos desenvolvidos no âmbito agrícola, sem especificar a cultura.

Para segunda tentativa, utilizaram-se as seguintes palavras-chaves: *etnomatemática*, *"cenários de investigação"*, *agricultura*, *agrotóxicos*. Novamente, refinaram-se as buscas, aplicando os filtros já mencionados. Obtiveram-se como resultados 12 trabalhos. Destes, 4 trabalhos foram desenvolvidos considerando o

¹⁶ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

ambiente agrícola da região, no qual estavam inseridos os estudantes participantes de cada trabalho.

No quadro 1, listam-se os trabalhos e seus respectivos autores, os quais foram desenvolvidos em Universidades Federais, no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática.

Quadro 1 – Listagem dos trabalhos correlatos

Título	Autor	Ano
TRANSFORMAÇÕES NAS CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO TÉCNICO SOBRE MATEMÁTICA E AGRICULTURA	Darlan Lappe	2018
MONITORIA NA ESCOLA DO CAMPO: ALUNOS AJUDANDO ALUNOS NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA	Dieyson Câmara	2017
MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	Adilson Antonio Sella	2016
A MATEMÁTICA FINANCEIRA NO ENSINO MÉDIO E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO DA CAFEICULTURA	Leonidia Alves Ferreira	2016

Fonte: Autora, 2020.

De modo breve, conforme a ordem dos títulos dos trabalhos listados no quadro, apresenta-se uma ideia geral de cada estudo e as conexões com a pesquisa descrita.

Lappe (2018), realizou sua pesquisa com estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao curso Técnico em Agropecuária do IFC-Concórdia. O estudo tem por embasamento teórico a Relação com o Saber e, caracterizou a Modelagem Matemática como metodologia de ensino. A pesquisa teve por objetivo “analisar as transformações das concepções de um grupo de alunos do Ensino Médio Técnico, sobre a importância da Matemática em atividades agrícolas” (LAPPE, p.12, 2018). Para as análises, questionários foram aplicados antes e depois da implementação das atividades de Modelagem Matemática envolvendo problemas da região do setor agropecuário.

Câmara (2017), por sua vez, desenvolveu seu trabalho com estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental de uma Escola de Campo do município de Capanema, Paraná. O principal objetivo do estudo foi verificar as possíveis

contribuições da monitoria, no qual se refere ao ensino de Matemática. O autor implementou o que chamou de “monitoria etnomatematizada” (CÂMARA, 2017, p.29), em que estudantes do 9º ano auxiliavam estudantes do 6º na resolução de atividades envolvendo números naturais contextualizados em atividades rurais do município.

Segundo Câmara (2017, p.62) “A experiência de monitoria com alunos foi bastante positiva. Percebemos durante os encontros que a maioria dos alunos das duas turmas envolvidas se mostraram bastante empolgados e interessados com as atividades”.

Nos estudos de Lappe (2018) e Câmara (2017) encontram-se similaridades com a pesquisa apresentada nesta dissertação. Mesmo a fundamentação teórica do trabalho de Lappe (2018), assim como a metodologia de ambos serem distintas, os estudos, assim como este abordado aqui, consideram o contexto agrícola e, conseqüentemente, as atividades do cotidiano do estudante, no qual, foram exploradas por meio da Matemática.

Em sua dissertação de Mestrado, Sella (2016) apresenta um estudo realizado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio Integrado de uma escola de Tangará da Serra, Mato Grosso. A escola tinha como proposta desenvolver com as turmas de Ensino Médio Integrado (EMI) um projeto extraclasse, em 2015, e o tema escolhido pelo 2º ano do EMI foi os agrotóxicos.

De início, o autor apresentou uma reflexão sobre as conexões entre a Etnomatemática e a Modelagem Matemática. Já na parte prática, os estudantes realizaram uma pesquisa com pequenos agricultores sobre os tipos de agrotóxicos usados, a maneira e os tipos de equipamentos utilizados para aplicação. Assim, surgiram indicações das técnicas e dos equipamentos utilizados na aplicação, no qual configuram os pulverizadores dorsal e de propulsão a trator (pulverizador hidráulico).

Entretanto, com a pesquisa os estudantes evidenciam a questão da superdosagem de agrotóxicos. Em visita a Universidade Estadual do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), os estudantes apresentaram as informações a um professor de Agronomia, que após a análise dos dados, apontou indícios de aplicação de superdosagens. Sendo assim, o foco foi direcionado para o desenvolvimento de um modelo de dosagem adequado para cada tipo de equipamento utilizado pelos agricultores, considerando as recomendações técnicas das bulas dos agrotóxicos.

Segundo Sella (2016),

No trabalho realizado com os alunos, a modelagem matemática mostrou-se muito eficaz, apresentando bons resultados, que puderam ser observados através da motivação, envolvimento, questionamentos e autonomia dos alunos. Também foi notório o empenho dos alunos em buscar os conteúdos matemáticos vistos em anos anteriores e conteúdos que ainda não tinham sido vistos, possibilitando uma compreensão aprimorada dos conceitos matemáticos, e desenvolvendo o seu senso crítico em relação a tomada de decisões sobre os problemas de seu cotidiano (SELLA, 2016, p.46-47).

O trabalho de Ferreira (2016), foi realizado em uma Escola de Ensino Médio do Município de Manhuaçu, Minas Gerais. O Município tem por base econômica a produção de café, em pequenas e médias propriedades geridas pelas famílias, na qual alguns dos estudantes são integrantes.

A pesquisa teve por intuito explorar o contexto da cafeicultura por meio da Matemática Financeira, no tocante a questões relacionadas a financiamentos de insumos e equipamentos agrícolas para produção de café. Ferreira (2016), concluiu que, as atividades desenvolvidas em seu trabalho são maneiras de auxiliar a interação do estudante com situações do seu cotidiano. “Ter habilidades para fazer uma análise crítica sobre as transações comerciais existentes pode levar o indivíduo a tomar decisões conscientes a respeito de sua vida financeira e, conseqüentemente, gerir suas finanças com racionalidade e eficiência” (FERREIRA p.60, 2016).

Nas pesquisas de Sella (2015) e Ferreira (2016) encontram-se indícios de relação com a pesquisa apresentada neste trabalho. Sella (2015), utilizou a modelagem para tratar matematicamente da questão dos agrotóxicos. Mesmo empregando uma metodologia diferente, a abertura para discussão sobre a questão foi proporcionada. Já no estudo de Ferreira (2016), o contexto abordado é específico, a cafeicultura. Assim como o estudo desta dissertação, muitos dos estudantes são filhos de cafeicultores e auxiliam nas atividades dessa cultura. Diferente da pesquisa feita, o autor determina o conteúdo, porém há evidências da linha crítica, sobre o uso da Matemática como uma ferramenta para compreender, analisar e tomar decisões sobre questões que fazem parte do cotidiano dos estudantes.

Ressalta-se novamente que, os trabalhos listados, mesmo fundamentados em concepções de teóricas distintas, têm como conexão explorar o cotidiano do estudante por meio da Matemática.

Portanto, observa-se a falta de estudos na Área de Ensino de Matemática contextualizados na agricultura, sob a concepção teórica da Educação Matemática Crítica. Desse modo, entende-se a importância da implementação de práticas que ultrapassem os limites da sala de aula.

A partir das leituras e reflexões elencam-se como referenciais teóricos para o desenvolvimento desta pesquisa, a Etnomatemática e a Educação Matemática Crítica, as quais passamos a descrever.

3.2 Reflexões sobre a Etnomatemática e a valorização da realidade dos estudantes

A Etnomatemática surgiu em meados da década de 1970, e tem como principal referência o professor brasileiro Ubiratan D'Ambrosio. De maneira geral, a Etnomatemática é um segmento da Educação Matemática, cujo interesse central está voltado para investigações sobre as habilidades matemáticas desenvolvidas em diferentes contextos culturais.

Segundo D'Ambrosio (2009), o termo Etnomatemática foi composto pela junção das raízes *tica*, *matema* e *etno*, cada qual com seu significado que juntos dão um sentido holístico para o termo.

[...] para compor a palavra etnomatemática utilizei as raízes *tica*, *matema* e *etno* para significar que há várias maneiras, técnicas, habilidades (*ticas*) de explicar, de entender, de lidar e de conviver com (*matema*) distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade (*etnos*) (D'AMBROSIO, 2009, p. 63).

Nesse sentido, a Etnomatemática busca compreender as maneiras de fazer [práticas] e de saber [teorias] da Matemática, desenvolvidas ao longo da história da humanidade, contextualizada em diferentes sociedades, marcadas por suas características culturais (D'AMBROSIO, 2009).

Quando se menciona a palavra cultura, é importante ressaltar que foi o desenvolvimento da agricultura, marco para a história da humanidade, que possibilitou o surgimento das primeiras sociedades organizadas. Com o domínio e o aperfeiçoamento das técnicas agrícolas os homens puderam definitivamente permanecer e adaptar-se a um local.

Com a convivência em sociedade, e conseqüentemente com o aumento da população, surgiram as necessidades de organização [divisão] da posse das terras e o planejamento do sistema de produção agrícola. “A Matemática começa a se organizar como um instrumento de análise das condições do céu e das necessidades do cotidiano” (D’AMBROSIO, 2009, p. 35). Além disso, “a geometria e os calendários são exemplos de uma etnomatemática associada ao sistema de produção, resposta à necessidade primeira das sociedades organizadas de alimentar um povo. (D’AMBROSIO, 2009, p. 22)”.

O conhecimento compartilhado entre as gerações, assim como, a maneira de conviver em comunidade, contribuem para o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das sociedades. A interação entre os indivíduos sobre a forma de saber e a maneira de fazer são aspectos que caracterizam uma comunidade/sociedade e as distinguem umas das outras.

[...] saber/fazer matemático é contextualizado e responde a fatores naturais e sociais. O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura (D’AMBROSIO, 2009, p. 22).

A cultura é um conjunto de hábitos sociais, de valores e de religiosidade que caracterizam-se em uma sociedade. Entretanto, a cultura não é algo inalterado. A cultura de uma sociedade passa por modificações e, por conseguinte, por adaptações devido às questões decorrentes da realidade.

Knijnik et al (2013) ressalta o aspecto da variação cultural nas discussões da Etnomatemática, de modo a compreender o deslocamento da Educação Matemática e a adequação as novas configurações da sociedade.

Para a Etnomatemática, a cultura passa a ser compreendida não como algo pronto, fixo e homogêneo, mas como uma produção, tensa e instável. As práticas matemáticas são entendidas não como um conjunto de conhecimentos que seria transmitido como uma “bagagem”, mas que estão constantemente reatualizando-se e adquirindo novos significados, ou seja, são produtos produtores da cultura (KNIJNIK et al., 2013, p. 26).

Segundo Knijnik et al (2013),

[...] reafirmamos nossa herança, apresentando os sentidos que temos atribuídos, na contemporaneidade, a esse campo do conhecimento, cientes

da necessidade de pensá-lo em suas conexões com as novas configurações econômicas, sociais, culturais e políticas do mundo de hoje (KNIJNIK et al., 2013, p. 14).

Fernanda Wanderer¹⁷ expõe em sua tese de doutorado mediante a análise de trabalhos desenvolvidos no campo da Etnomatemática, que há uma pluralidade de referenciais teóricos que sustentam as ideias da Etnomatemática, bem como a variedade das pesquisas. “Desde sua emergência, a Etnomatemática vem se constituindo como um campo vasto e heterogêneo” (WANDERER, 2007, p. 150).

Na obra *Etnomatemática em Movimento*, Knijnik et al (2013) apresenta uma discussão sobre trabalhos desenvolvidos sob a perspectiva da Etnomatemática construída a partir das ideias dos filósofos Michel Foucault e Ludwig Wittgenstein. Os filósofos retratam em suas ideias no campo da Etnomatemática a contestação de uma linguagem universal. Sendo assim, apostam nos critérios da racionalidade em que uma linguagem tem suas particularidades e, conseqüentemente, adquire significado mediante aos distintos usos. Segundo Skovsmose (2014, p. 60), “vale a pena frisar que o que os alunos consideram como significativo é fruto de como eles relacionam as coisas”.

[...] o pensamento de Wittgenstein, em nosso entendimento, é produtivo para nos fazer pensar em diferentes Matemáticas (geradas por diferentes *formas de vida* – como as associadas a grupos de crianças, jovens, adultos, trabalhadores de setores específicos, acadêmicos, estudantes, etc.), que ganham sentido em seus usos. [...] diríamos é o contexto que constitui a referência para entender a significação das linguagens (entre elas, as linguagens matemáticas) presentes nas atividades produzidas pelos diversos grupos culturais. No caso das linguagens matemáticas, poderíamos afirmar que a geração de seus significados é dada por seus diversos usos (KNIJNIK et al., 2013, p. 30).

Desta maneira, sob as perspectivas Foucault e Wittgenstein, denominam-se como jogos de linguagem matemáticos escolares as atividades praticadas no âmbito escolar, e os jogos de linguagens matemáticos não escolares as atividades praticadas no cotidiano do estudante. Portanto, são nessas circunstâncias em que se lida com a conexão da Matemática praticada no cotidiano com a Matemática da sala de aula, no qual se denomina como semelhanças de família entre os tais jogos e aqueles que são praticados na escola (KNIJNIK et al, 2013).

¹⁷ Autora da tese de doutorado “Escola e matemática escolar: mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã do Rio Grande do Sul” (RS/2007).

[...] podem-se considerar as matemáticas produzidas nas diferentes culturas como jogos de linguagem que constituem por meio de múltiplos usos. Assim, a matemática acadêmica, a matemática escolar, as matemáticas camponesas, as matemáticas indígenas, em suma, as matemáticas geradas por grupos culturais específicos podem ser entendidas como jogos de linguagem engendrados em diferentes formas de vida, agregando critérios de racionalidade específicos [...]. Porém, esses diferentes jogos não possuem uma essência invariável que os mantenha completamente incomunicáveis uns dos outros, nem uma propriedade comum a todos eles, mas algumas analogias ou parentescos – o que Wittgenstein (2004) denomina *semelhanças de família* (GIONGO & WANDERER, 2013, p. 49).

Portanto, elencamos os seguintes trabalhos desenvolvidos em contextos rurais no estado do Rio Grande do Sul, discutidos na obra sob tal perspectiva: o trabalho de Knijnik (2004), desenvolvido com camponeses do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST); Wanderer (2007), com colonos descendentes de alemães e evangélicos luteranos, de uma escola rural no período de efetivação dos decretos que instituíram a Campanha de Nacionalização (1939-1945) e Giongo (2008) em um curso técnico de Agropecuária de uma escola estadual. De acordo com Knijnik et al (2013), os estudos tiveram por intuito analisar as conexões, ou seja, as semelhanças de família entre os jogos de linguagens praticados em atividades do cotidiano com os jogos de linguagens matemáticos escolares. Precisamente em seu trabalho, Knijnik (2004) aponta: “constate-se que há maior semelhança de família entre os jogos de linguagem da forma de vida camponesa e aqueles que engendram a Matemática Escolar” (KNIJNIK et al, 2013, p. 56).

[...] ao assinalar que dois jogos de linguagem possuem semelhanças de família, não se está fazendo alusão a uma identidade entre eles, mas apenas destacando que ambos têm aspectos semelhantes e que se distribuem ao acaso, sem uma suposta repetição uniforme, o que aponta para uma perspectiva teórica não essencialista, que é compartilhada pelas posições pós-estruturalistas. Essa perspectiva não essencialista embasa as formulações de Foucault sobre como o disciplinamento e a resistência dos saberes têm se mostrado produtivos na constituição dos sujeitos (KNIJNIK; GIONGO, 2009, p. 65).

A pesquisa descrita nesta dissertação apresenta similaridades com as reflexões teóricas discutidas nos trabalhos das autoras em Knijnik et al (2013). Os autores desenvolveram suas pesquisas em um ambiente agrícola, cada qual marcado por suas características culturais, em que as investigações apresentam a questão dos jogos de linguagens.

A pesquisa apresentada nesta dissertação foi realizada em uma escola municipal situada em Jacinto Machado (SC). Como mencionado anteriormente, o município tem por base econômica a produção agrícola com destaque na produção de arroz irrigado convencional. Os habitantes do município preservam alguns costumes da cultura italiana, como por exemplo: a festa de agradecimento pela colheita, algumas famílias mantêm o dialeto italiano, comidas típicas e a Festa do Colono (agricultor), comemorada bienalmente também por outros municípios da região.

Entretanto, quanto a produção de arroz, o desenvolvimento tecnológico, que almeja o aumento da produtividade e a comodidade para o agricultor, deixou a maioria das práticas agrícolas como lembrança relatada pelos estudantes conforme foi narrado pelos seus familiares.

Nesse sentido, a produção de arroz convencional é praticamente padronizada, ou pode-se ousar a afirmar que seguem padrões estabelecidos pelo desenvolvimento das tecnologias do setor agrícola. Assim, nas discussões sobre a rizicultura, emergem como aspectos relevantes as questões econômicas e principalmente as ambientais.

A escola onde se realizou este estudo participa de projetos e ações, como parte integrante da comunidade, resultado da parceria de empresas com as Secretarias de Educação e de Turismo do município. As parcerias têm por intuito a valorização da produção agrícola, da cultura e do meio ambiente.

No entanto, a escola segue um currículo estabelecido e, precisamente na disciplina de matemática, não há articulação entre os conteúdos elencados no planejamento e o contexto do município. D'Ambrosio (2012) define o modelo usual de currículo como cartesiano, conteudista, metódico, objetivo e avaliativo. O autor propõe como alternativa ao modelo tradicional um currículo flexível, amplo e reflexivo considerando aspectos socioculturais, e a este modelo chamou de currículo dinâmico.

O currículo dinâmico reconhece que nas sociedades modernas as classes são heterogêneas, reconhecendo-se entre os alunos interesses variados e enorme gama de conhecimentos prévios. Os alunos têm naturalmente grande potencial criativo, porém orientado em direções imprevistas e com as motivações mais variadas. O currículo, visto como estratégia de ação educativa, leva-nos a facilitar a troca de informações, conhecimentos e habilidades entre os alunos e entre professor/alunos, por meio de uma socialização de esforços em direção a uma tarefa comum. Isso pode ser um projeto, uma atividade, uma discussão, uma reflexão e inúmeras outras modalidades de ação comum, em que cada um contribui com o que sabe, com o que tem, com o que pode, levando seu empenho ao máximo na concretização do objetivo comum (D'AMBROSIO, 2012, p. 82).

Um ambiente investigativo e reflexivo é uma das estratégias propostas pelo autor D'Ambrosio (2012) em um currículo dinâmico. A parceria entre professor e alunos no desenvolvimento das atividades em um ambiente investigativo, leva-os a explorar, compartilhar e buscar novos conhecimentos. Nessa pesquisa, o compartilhamento de conhecimentos proporcionou aos estudantes que utilizassem as habilidades matemáticas vinculadas ao ambiente de investigação.

A contextualização da Matemática é uma alternativa que possibilita a conexão da linguagem matemática escolar com a linguagem matemática não escolar. “A Matemática contextualizada mostra-se como mais um recurso para solucionar problemas novos que, tendo se originado da outra cultura, chegam exigindo os instrumentos intelectuais dessa outra cultura” (D'AMBROSIO, 2009, p. 80).

As semelhanças de famílias entre os jogos de linguagens matemáticos em questão emergem na compreensão da aplicabilidade de duas ou mais linguagens matemáticas em situações de um contexto.

Segundo D'Ambrosio (2012),

O domínio de duas Etnomatemáticas, e possivelmente de outras, obviamente oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. [...] O acesso a um número de instrumentos e de técnicas intelectuais dá, quando devidamente contextualizado, muito maior capacidade de enfrentar situações e de resolver problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação (D'AMBROSIO, 2012, p. 108).

Frente às novas configurações da sociedade, a contextualização da Matemática é um recurso que possibilita ao estudante utilizar as habilidades matemáticas para realizar uma leitura da realidade em que vive. “A capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas, constituem a aprendizagem por excelência” (D'AMBROSIO, 2009, p. 81).

As ideias da Etnomatemática contribuíram para compreensão do contexto de pesquisa e para identificação dos aspectos vinculados entre a cultura e as novas configurações da sociedade. A complementação no sentido da *Matemacia*, da maneira de “ler a realidade por meio da matemática”, vem das contribuições das ideias da Educação Matemática Crítica, a qual passamos a apresentar na seção que segue.

3.3 Reflexões sobre a Educação Matemática Crítica e o contexto de pesquisa

O movimento da Educação Matemática Crítica surge na década de 1980, com foco principal na discussão sobre os aspectos políticos que permeiam a Educação Matemática. O professor Ole Skovsmose ganhou notoriedade no movimento, e aborda a questão da democracia como centro das discussões.

Em um regime democrático, a população elege seus representantes por meio do voto. Estes eleitos pelo povo têm como função representar e atender os anseios de toda a sociedade. Neste sentido, é delegado aos governantes tomarem decisões políticas frente as questões que envolvem segurança, saúde, educação entre outras. Os governantes devem proporcionar e manter o acesso aos serviços sociais, a todos, igualmente e sem distinção.

[...] democracia refere-se às condições *formais* relativas a algoritmos de eleição, condições *materiais* relativas à distribuição, condições *éticas* relativas à igualdade e, finalmente, condições relativas à *possibilidade de participação* e re-ação. [...] Uma justa distribuição de serviços sociais implica que, numa sociedade democrática, todas as crianças e adolescentes tenham igual acesso à escolaridade e à aprendizagem (SKOVSMOSE, 2004, p. 70).

Entretanto, a ideia de igualdade leva-nos a refletir sobre as desigualdades sociais, econômicas e políticas que se alastram na sociedade. De fato, muitas sociedades ditas democráticas perpetuam atos não democráticos, de modo que estas ações têm impactos na sociedade e, também, na educação.

Muitos dos problemas sociais em uma sociedade “dita democrática”, geralmente, são ignorados pelos governantes e pela própria sociedade. A escola, como parte integrante da sociedade, acaba por muitas vezes reproduzindo e fortalecendo as desigualdades sociais (SKOVSMOSE, 2004).

Skovsmose (2004) apresenta considerações sobre os seguintes questionamentos: “A quem interessa que a educação matemática seja organizada dessa maneira? Para quem a educação matemática deve estar voltada?”.

Vivemos em uma sociedade impregnada pela tecnologia, em que muitas decisões de governo são tomadas considerando questões tecnológicas. Contudo, tais decisões e ações tomadas privilegiam apenas uma pequena parcela da sociedade. Neste sentido, a desigualdade parece estar enraizada na democracia. Muitas

decisões governamentais estão de fato atreladas aos interesses da chamada “elite tecnológica” (SKOVSMOSE, 2004).

De acordo com Skovsmose (2004), os conteúdos do currículo são influenciados por interesses econômicos e políticos que detém o poder de gerir a sociedade. O currículo é estruturado de maneira a atender as demandas do mercado de trabalho, sem proporcionar reflexões sobre fatores relevantes da sociedade.

A Matemática é base para o desenvolvimento tecnológico, sendo assim, as decisões frente a este sistema são gerenciadas por determinados grupos. D’Ambrosio (2012) definiu como a “matemática dominante”, Skovsmose (2004) como “o poder formatador da matemática”, e ambas as definições descrevem a matemática como um instrumento de poder, em que o controle tem por intuito subordinar uma grande parte da sociedade e privilegiar poucos.

Segundo Skovsmose (2004), para romper com este ciclo na educação matemática, é necessário de fato vivenciar a questão da democracia. O currículo deve ser estruturado de maneira a proporcionar o entendimento, o conhecimento e as devidas considerações sobre questões da sociedade.

A educação, de maneira geral, deve ser orientada para situações de “fora” da sala de aula, que leve o estudante a refletir e posicionar-se de maneira crítica sobre questões que fazem parte da sua realidade (SKOVSMOSE, 2004).

Segundo Knijnik et al (2013), as práticas matemáticas estão em constante adaptação, estabelecendo conexões com as novas configurações da sociedade. A compreensão do contexto no qual o estudante está inserido, proporciona-lhe uma visão integrada das questões socioculturais.

D’Ambrosio (2012) descreve a aquisição do conhecimento no presente como a inter(ação) com o ambiente, resultado da valorização do passado e do futuro do indivíduo. Para o futuro são criadas as projeções, que com as ações no presente tendem a modificar a realidade. Skovsmose (2014, p. 35) define esta ideia sintetizando em duas palavras: *background* e *foreground*. “O *background* da pessoa refere-se a tudo que ela já viveu, enquanto que *foreground* refere-se a tudo que pode vir a acontecer com ela”.

O *foreground* de um indivíduo é influenciado pelo seu *background*, ou seja, pela interação com as pessoas, pela cultura da qual faz parte e pelos fatores sociais, econômicas e políticas. A valorização do *background* de um indivíduo é fundamental para a construção do seu *foreground*. O fato de valorizar e refletir sobre o passado,

proporciona expectativas no indivíduo com relação ao futuro, baseadas nas oportunidades sociais, econômicas, políticas e culturais que a sociedade lhes oportunizar (SKOVSMOSE, 2014).

Portanto, salientamos a importância dos conceitos de *background* e *foreground* para esta pesquisa. O *background* dos estudantes participantes desta pesquisa é formado pelo conjunto dos aspectos culturais no qual estão inseridos. Destacam-se: a interação com familiares e colegas, hábitos e costumes da cultura italiana e o contexto agrícola do município, no qual uma parte dos estudantes participantes da pesquisa estão envolvidos cotidianamente com atividades agrícolas.

Considerando o contexto de pesquisa, o *foreground* dos estudantes está vinculado às questões ambientais. Os relatos dos familiares e a própria constatação dos estudantes, sobre os impactos causados no meio ambiente pela utilização dos agrotóxicos são aspectos no qual os estudantes demonstram anseios por melhorias.

Neste sentido, verificou-se a intencionalidade dos estudantes sobre o contexto da pesquisa. A visualização da aplicabilidade da Matemática envolvida na produção de arroz, e as discussões sobre os aspectos vinculados ao contexto, proporcionaram interpretações e expectativas com relação ao *foreground* de cada um deles.

Pela perspectiva da educação, a construção do *foreground* de um estudante tem uma estreita relação com a intencionalidade, pelo fato de apontar um direcionamento. A intenção de modificar o futuro está associada ao conjunto de ações que conseqüentemente resultam na aprendizagem (SKOVSMOSE, 2014).

A aprendizagem é uma forma de ação, como tantas outras. Para aprender, o indivíduo precisa tomar iniciativas, ter planos, agir. É um processo repleto de intenções e motivos. Assim, quando pretendemos investigar fenômenos de aprendizagem, precisamos considerar a intencionalidade dos aprendizes (SKOVSMOSE, 2014, p. 38).

Ainda, segundo Skovsmose (2014),

Uma ação revela a intencionalidade de quem a executa e, portanto, revela o seu *foreground*. O sentido de uma atividade realizada em sala é uma construção dos alunos, e depende de como eles encaram suas próprias possibilidades na vida, ou seja, essa construção depende de seus *foreground* e intenções (SKOVSMOSE, 2014, p. 42).

Voltando ao contexto da pesquisa apresentada nesta dissertação, a investigação sobre as etapas do desenvolvimento de uma lavoura de arroz revela que

a Matemática é uma ferramenta essencial neste meio. As práticas realizadas no cotidiano de um rizicultor estão relacionadas com uma Matemática que o auxilia no desenvolvimento de atividades das mais simples às mais complexas.

Sendo assim, exemplificam-se as seguintes práticas: a relação de consumo de combustível por horas trabalhadas de uma máquina agrícola para o preparo do solo; a quantidade de água bombeada para inundar uma cancha¹⁸, que receberá a semente pré-germinada; a decisão sobre as quantidades necessárias de sementes ou de fertilizantes por hectare; a proporção correta da calda (água + agrotóxico) para combater pragas na lavoura; produtividade de arroz por hectare plantado; custos dos insumos de produção; valor da saca de arroz para comercialização; entre outras situações que envolvem a Matemática. Ressaltam-se os conhecimentos implícitos em Geometria e em Matemática financeira, os quais permitem analisar e tomar decisões sobre custo, investimento e lucro com base na projeção da safra.

De fato, a aquisição do conhecimento matemático tem relação com o desenvolvimento da competência crítica perante a sociedade. Compreender que as habilidades matemáticas vão além da sala de aula, e que são essenciais para conviver em comunidade, contribui para uma aprendizagem significativa¹⁹.

De modo geral, pode-se compreender que a proposta da Educação Matemática Crítica é propiciar alternativas para que a Matemática seja explorada e aceita como uma ferramenta insubstituível, e que constitui outras áreas do conhecimento. Entender a aplicabilidade da Matemática em aspectos da vida real permite o aprimoramento das habilidades matemáticas e, por consequência, a influência nas decisões a serem tomadas.

Skovsmose (2000) define como *matemacia* a competência do indivíduo em lidar com conceitos matemáticos, no qual permite que o mesmo realize uma “leitura” da realidade por meio da Matemática.

Denival Biotto Filho²⁰(2008) discute em sua dissertação de Mestrado a *matemacia* em duas dimensões: técnica e sociopolítica. A dimensão técnica da *matemacia* refere-se às habilidades de lidar com os conceitos matemáticos. A

¹⁸ Área alagada onde se desenvolve a semente de arroz pré-germinada.

¹⁹ Neste texto será utilizada a expressão “aprendizagem significativa” com o mesmo sentido que o autor Ole Skovsmose utilizou no livro: Um convite à Educação Matemática Crítica (p.45, 2014).

²⁰ Autor da dissertação de mestrado “O desenvolvimento da *matemacia* no trabalho com projetos” (SP/2008).

dimensão sociopolítica tem por propósito aplicar tais conceitos em contextos diferentes, de modo a realizar uma avaliação de tais aplicações.

Neste sentido, assim como na Etnomatemática, a aprendizagem matemática pode ser vivenciada em contextos diferentes. Entretanto, o conceito de *matemacia* vai além da compreensão da realidade no qual o indivíduo está imerso, que identificamos como “micro” (cotidiano do indivíduo). Na dimensão sociopolítica da *matemacia*, entendemos que a aprendizagem matemática pode ser vivenciada envolvendo aspectos da realidade do mesmo. Porém, a projeção da dimensão técnica deve ser expandida para aspectos de contextos diferentes que compõem a realidade a nível “macro” (questões que envolvem a sociedade no âmbito geral como, por exemplo, política, economia, questões ambientais, entre outras).

Ainda sobre a dimensão sociopolítica da *matemacia*, “é importante possibilitar um ambiente que proporcione aos alunos a oportunidade de discutir e refletir sobre o papel da Matemática na sociedade” (BIOTTO FILHO, 2008, p.15).

Segundo Skovsmose (2000), um dos propósitos da Educação Matemática Crítica é o desenvolvimento da *matemacia*. Sendo assim, o autor propõe como prática de sala de aula os ambientes de aprendizagem, no qual argumenta sobre a distinção entre os ambientes que ocorrem em um cenário para investigação e os que ocorrem no paradigma do exercício.

Um cenário para investigação é aquele que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações. [...] Quando os alunos assumem o processo de exploração e explicação, o cenário para investigação passa a constituir um novo ambiente de aprendizagem (SKOVSMOSE, 2000, p. 6).

Diferente da metodologia tradicional de ensino em Matemática baseada na aula expositiva e resolução de exercícios, em um cenário para investigação os estudantes são convidados a envolver-se no processo de exploração, que conseqüentemente os levam a produzirem significados para os conceitos matemáticos.

A metodologia tradicional de ensino em Matemática caracteriza-se por uma aula expositiva seguida da resolução de exercícios, muitas vezes similares a exemplos apresentados previamente. Todavia, a busca por alternativas distintas do método tradicional de ensino é uma constante por parte de educadores e pesquisadores no campo da Educação Matemática.

Skovsmose (2000) apresenta, como alternativa para o processo de ensino e aprendizagem, a prática de sala de aula que denominou como cenários para investigação. Este recurso para aprendizagem tem por intuito explorar a Matemática de maneira que tenha significado para o aluno.

O autor ilustrou (quadro 2), os seis ambientes de aprendizagem formados pela combinação do paradigma do exercício, cenário para investigação e o que o autor chamou de “referências”: referências à matemática pura; referências a uma semirrealidade; e referências à vida real.

Quadro 2 - Classificação dos ambientes de aprendizagem.

	Exercícios	Cenários para investigação
Referências à Matemática pura	(1)	(2)
Referências à semirrealidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose (2000, p. 8).

As colunas da tabela têm por título “Exercícios” e “Cenário para investigação”, que em linhas gerais diferenciam-se pela abordagem de resolução de exercícios e de um ambiente de investigação que envolve conceitos matemáticos. As linhas, como mencionado anteriormente, são com referências à Matemática pura, à semirrealidade e à vida real, que se diferenciam por incluir unicamente aspectos matemáticos, por envolver situações fictícias e por explorar matematicamente situações da realidade. Cada célula da tabela constitui-se em um ambiente de aprendizagem com suas peculiaridades, resultado da combinação da metodologia com a referência.

As práticas de sala de aula baseadas num cenário para investigação diferem fortemente das baseadas em exercícios. A distinção entre elas pode ser combinada com uma distinção diferente, a que tem a ver com as “referências” que visam levar os estudantes a produzirem significados para conceitos e atividades matemáticas (SKOVSMOSE, 2000, p. 7).

Conforme mencionado, cenário para investigação é uma alternativa para prática de sala de aula. Como pode-se observar na descrição, cada ambiente de aprendizagem tem sua importância no processo de ensino e aprendizagem.

O ambiente de aprendizagem do tipo (1), com referências à Matemática pura, o professor expõe o método de resolução e cabe aos estudantes repetir o método na

resolução dos exercícios. É característico, neste ambiente de aprendizagem, enunciados de atividades do tipo: resolva; simplifique; e efetue os exercícios.

O tipo (2) ocorre em um cenário para investigação, em que se explora os conceitos matemáticos sem contextualização. Porém, o ambiente de aprendizagem com referências à Matemática pura proporciona aos estudantes averiguar as possibilidades distintas de resolução para uma questão matemática.

Nas referências a uma semirrealidade, há informações sobre aspectos da realidade que são utilizados em um contexto fictício. No ambiente tipo (3), as questões trazem algumas informações da realidade. Entretanto, fica evidente que o objetivo da questão é chegar na resposta correta/exata, ou seja, é a resolução de um problema no paradigma do exercício. Os livros didáticos, geralmente, apresentam as atividades elaboradas neste ambiente de aprendizagem. Para ilustrar, observamos como exemplo: O valor pago por uma corrida de táxi é formado por um valor fixo acrescido de um valor que depende dos quilômetros rodados. No táxi de João, o valor fixo é de R\$ 5,00, mais R\$1,25 por quilômetro rodados. Determine a função que representa esta situação.

As informações contidas na questão fazem parte da realidade, entretanto não há abertura para questionamentos ou formulações de hipóteses sobre a situação, e sequer há preocupação se os alunos já andaram de táxi, por exemplo. O objetivo é apenas a representação da situação em uma função.

[...] esse exercício encontra-se em uma semirrealidade. É bem possível que as referências a essa semirrealidade ajudem os alunos a contextualizar seus procedimentos matemáticos. Contudo, semirrealidades possuem suas peculiaridades. [...] ela funciona como um mundo platônico, em que toda informação é exata e verdadeira (SKOVSMOSE, 2014, p. 55).

Segundo Skovsmose (2000),

Geralmente, o livro didático representa as condições tradicionais da prática de sala de aula. Os exercícios são formulados por uma autoridade externa à sala de aula. [...] Além disso, a premissa central do paradigma do exercício é que existe uma, e somente uma, resposta correta (SKOVSMOSE, 2000, p.1).

Mesmo os exercícios que se encontram em uma semirrealidade contidos em um livro didático, são apresentados após o conteúdo com os respectivos exemplos. Assim, cabe ao estudante reproduzir as técnicas detalhadas no livro e explicadas pelo professor.

Deste modo, o condicionamento que há uma única resposta correta não proporciona ao estudante explorar a situação, o que pode interferir no emprego das habilidades matemáticas do estudante.

Utilizando o mesmo exemplo do ambiente de aprendizagem tipo (3), pode-se compreender o ambiente do tipo (4) que ocorre em um cenário para investigação. Neste meio, a situação em torno da corrida de táxi, mesmo que artificial, é explorada. Questionamentos e hipóteses como: “Qual o valor pago de uma corrida de táxi a uma cidade vizinha? ” ou “ Quanto cada pessoa pagará se a corrida levar mais de uma pessoa?” ou “Usualmente, o valor é cobrado por quilômetro rodado, mas e se fosse por metro?”, a investigação sobre as possibilidades que podem ocorrer neste contexto fictício leva os estudantes para o campo das suposições, articulações e testes das possíveis situações elaboradas, a fim de verificar os vários conceitos matemáticos envolvidos em uma questão que aparentemente é do conteúdo de funções.

Além disso, as situações acabam sendo “polidas” ou resumidas, de modo que, há aspectos que são omitidos para que a situação se enquadre de forma mais evidente ao tópico de estudo. No caso do táxi, por exemplo, não costumam ser levantados questionamentos sobre o tempo em que o mesmo fica parado em algum engarrafamento, mesmo havendo cobrança.

Nos ambientes de aprendizagem com referências à vida real tem-se o ambiente do tipo (5), em que as atividades são baseadas em informações da vida real. Exemplificando, a partir de um gráfico com informações da produção anual de soja, é possível elaborar vários exercícios, que têm por finalidade visualizar a aplicabilidade da Matemática.

Já o ambiente de aprendizagem tipo (6) tem por propósito observar além da aplicabilidade da Matemática na vida real. Neste ambiente de investigação, a Matemática é um meio pelo qual possibilita ao estudante interpretar, compreender e questionar aspectos da vida real. Neste ambiente, é característico a atuação do professor como um orientador, e onde os alunos investigam alguma situação da realidade explorando conceitos matemáticos.

Os ambientes de aprendizagem dos tipos (2), (4) e (6) ocorrem em um cenário para investigação. Mesmo ocorrendo em ambientes com referências distintas, a conexão entre os ambientes ocorre pela natureza investigativa.

Para ilustrar a afirmação, vejamos a seguinte questão proposta para uma turma do 9º ano em um ambiente de aprendizagem tipo (6): Quais as maneiras de

representar a relação do investimento com a área da quadra coberta, construída na escola? (construção de uma quadra coberta em uma escola pública).

De maneira geral, foi um consenso entre os estudantes de que na construção civil o valor é calculado por metros quadrados. Sendo assim, alguns estudantes mediram os limites da quadra, outros anotaram as informações, exibidas em uma placa, referente ao custo para a construção da quadra.

Resumindo, após algumas tentativas, os estudantes calcularam a área total da quadra e, posteriormente, dividiram o valor total do investimento da obra pela área total da quadra. As representações convergiram para o seguinte modo: “*Para construção de cada m^2 , foi gasto o valor y , como a quadra tem Xm^2 , o valor total foi de $R\$Y$ ”.*

No desenvolvimento da questão alguns questionamentos surgiram, citamos: “*O valor é por metro quadrado, mas o valor da parte de concreto é diferente da armação que é de ferro, e se a quadra não fosse coberta, como saberíamos o valor?*”.

No decorrer das aulas seguintes, a relação do investimento com a área da quadra coberta foi representada em uma função polinomial do 1º grau, e outras questões envolvendo função do 1º grau foram exploradas em contextos fictícios. Finalizando o conteúdo, generalizamos a representação da função polinomial do 1º grau na expressão: $y = ax + b$, com $a \in R$, $b \in R$ e $a \neq 0$.

Após as leituras sobre os ambientes de aprendizagem que ocorreram em um cenário para investigação, compreendemos que as aulas transitaram principalmente entre os ambientes de aprendizagem do tipo (6), (4) e (2), respectivamente.

Seria precipitado afirmar que é suficiente explorar a Matemática em sala de aula em apenas um ambiente de aprendizagem, pois a transição entre os ambientes que ocorrem em um cenário para investigação é fundamental para aprendizagem, até mesmo a resolução de exercícios em um contexto fictício se faz necessário para proporcionar a compreensão dos conceitos matemáticos.

Sustento que a educação matemática deve mover-se entre os diferentes ambientes como apresentado na matriz. Particularmente, não considero a ideia de abandonar por completo os exercícios da educação matemática. [...] É importante que os alunos e professores, juntos, achem seus percursos entre os diferentes ambientes de aprendizagem (SKOVSMOSE, 2000, p. 14).

Sendo assim, propõem-se como cenário para investigação o contexto da produção do arroz, com base no interesse manifestado pelos estudantes, esta

proposta direcionou-se para uma investigação de situações relacionadas ao tema, com vistas à construção de um cenário para investigação. O desenvolvimento das atividades ocorreu predominantemente no ambiente de aprendizagem do tipo (6), com referências à realidade dos estudantes.

[...] mesmo as propostas de cenários para investigação mais elaboradas, [...], precisam ser recebidas pelos alunos como algo significativo. A experiência da significação depende de os alunos trazerem suas intencionalidades para as atividades de aprendizagem. Investigar e explorar são *atos* conscientes, eles não acontecem como atividades forçadas. Eles não se realizam enquanto os alunos efetivamente não *fizerem* as investigações e as explorações e, para isso, pressupõe-se que a intencionalidade dos alunos faça parte do processo investigativo (SKOVSMOSE, 2014, p. 60).

No capítulo seguinte, apresenta-se a metodologia e os procedimentos empregados no desenvolvimento da pesquisa descrita nesta dissertação.

4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Esta pesquisa é categorizada como qualitativa, “focalizada no indivíduo, com toda a sua complexidade, e na sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural. [...] Naturalmente a interação pesquisador-pesquisado é fundamental [...] nessa modalidade de pesquisa” (D’AMBROSIO, 2012, p. 93).

Bogdan e Biklen (1994), configuram o conceito de pesquisa qualitativa em cinco características básicas:

- I. Na pesquisa qualitativa, o pesquisador está inserido no ambiente de pesquisa, sendo responsável pela obtenção dos dados;
- II. Descrição atenciosa dos elementos que compõem o ambiente de pesquisa;
- III. Todo o processo de desenvolvimento da pesquisa é de extrema importância.
- IV. As perspectivas bem como as interpretações distintas são consideradas;
- V. Para as análises dos dados, todo o contexto e as percepções distintas dos participantes são consideradas.

A metodologia e os procedimentos aplicados para o desenvolvimento deste estudo consistiu em um planejamento geral, no qual apresentamos organizado do seguinte modo: iniciou-se com a estruturação do cenário de investigação; o planejamento das etapas e suas respectivas atividades; a implementação das atividades; e finalmente, a obtenção e coleta dos materiais/dados para as análises.

4.1 Estrutura do cenário de investigação

As perspectivas teóricas da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica embasaram este estudo – apresentadas no capítulo anterior. As ideias das teorias se somam e convergem para auxiliar na compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Matemática frente às novas configurações da sociedade.

O desenvolvimento desta pesquisa teve como questão central: de que maneira a aprendizagem matemática pode contribuir para uma reflexão dos estudantes sobre o contexto da rizicultura?

Com o propósito de obter as respostas para questão, foram delimitados e definidos os seguintes objetivos gerais da pesquisa:

- I) contextualizar o processo de ensino da matemática na rizicultura;
- II) analisar a aprendizagem dos estudantes neste contexto;
- III) oportunizar aos estudantes por meio da Matemática uma reflexão sobre a realidade em que vivem.

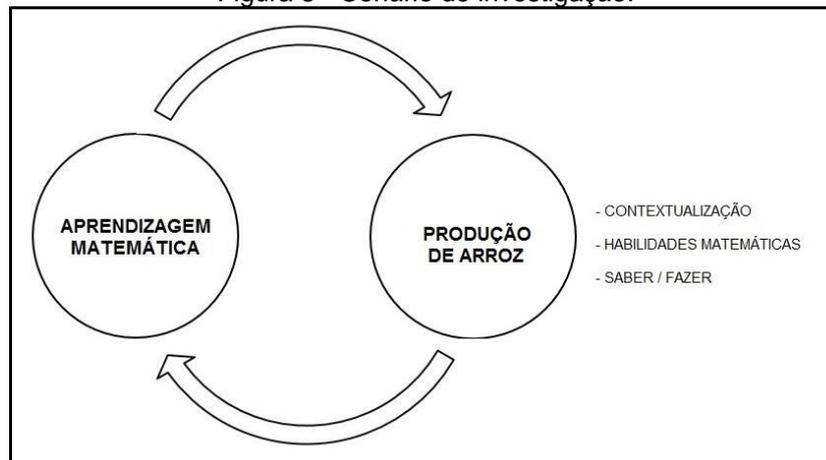
De modo geral, o cenário para investigação deste estudo foi a rizicultura. Entretanto, atendo-se ao significado da palavra “cenário” aspectos vinculados a este, foram surgindo e o estruturando durante o processo de investigação. Portanto, o ambiente de aprendizagem com referências à realidade dos estudantes e a prática investigativa possibilitou percorrer os objetivos de pesquisa.

Neste sentido, considerou-se o contexto agrícola do município, baseado na intenção demonstrada pelos estudantes. Segundo Skovsmose (2014, p. 38), “quando pretendemos investigar fenômenos de aprendizagem, precisamos considerar a intencionalidade dos aprendizes”.

Conforme descreveu-se no capítulo 3, seção 3.3, cenário para investigação é uma prática de sala de aula atribuída ao autor Ole Skovsmose. Portanto, considerando o contexto no qual os estudantes estão inseridos, o ambiente de aprendizagem em questão é baseado em referências à vida real. O cenário para investigação parte da realidade dos estudantes, mas compreendeu-se que, com desenvolvimento das atividades e a individualidade de cada estudante que, eventualmente ocorreram movimentações entre os ambientes de aprendizagem.

Portanto, o cenário para investigação foi centrado na aprendizagem matemática, contextualizada na produção de arroz. Na Figura 8, apresenta-se o esquema do referido cenário.

Figura 8 - Cenário de investigação.

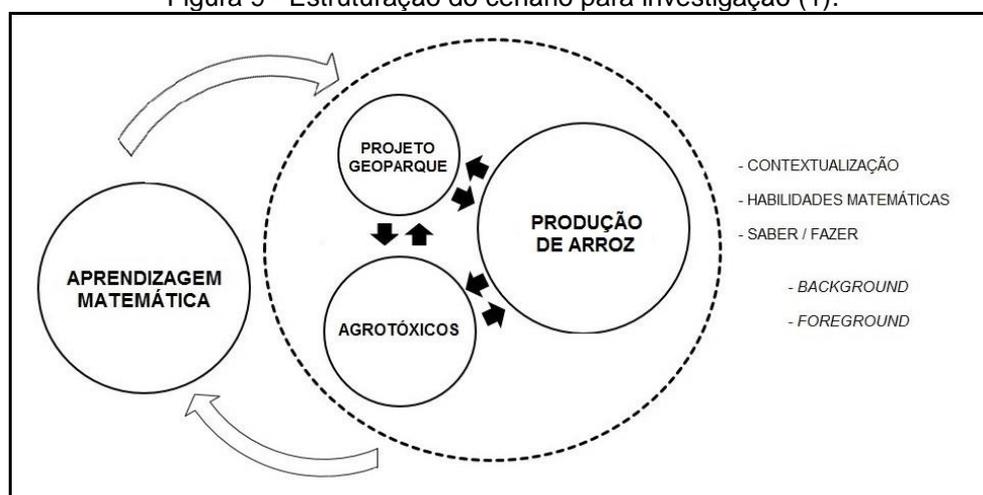


Fonte: Autora, 2020.

A contextualização da Matemática na produção de arroz proporcionou considerações sobre questões deste meio. Destaca-se a produção agrícola do município e o contraste com a preservação ambiental requerida pelo projeto geoparque. O confronto das ações do projeto com a realidade agrícola do município fez com que emergissem entre os estudantes condições para um debate sobre o uso de agrotóxicos.

Desta maneira, supõem-se que o *background* dos estudantes é formado pela convivência familiar neste ambiente agrícola. Atrelado ao *background*, tem-se a formação do *foreground*, em que os estudantes demonstraram a intenção de melhorar alguns aspectos vinculadas a produção de arroz convencional e o meio ambiente. Na Figura 9, apresenta-se a estruturação do cenário para investigação incluindo os aspectos relevantes que compõem o contexto.

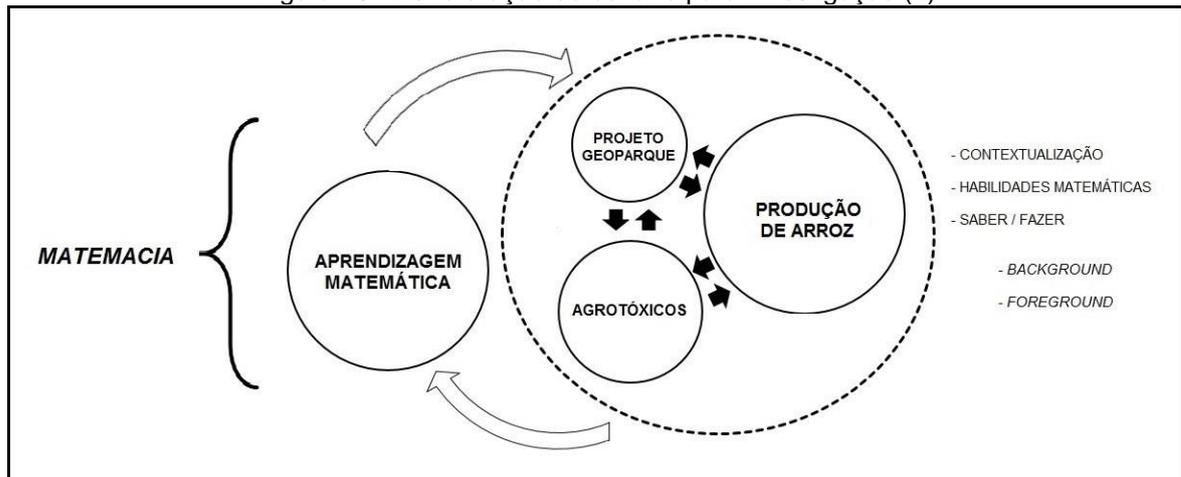
Figura 9 - Estruturação do cenário para investigação (1).



Fonte: Autora, 2020.

Portanto, abordar a Matemática neste contexto possibilitou que os estudantes observassem a sua funcionalidade, de modo a compreender aspectos do cotidiano por meio da Matemática. Skovsmose (2014) define como *matemacia* a competência de lidar com as técnicas matemáticas para interpretar, compreender e refletir sobre sua aplicação.

Figura 10 - Estruturação do cenário para investigação (2)



Fonte: Autora, 2020.

Na Figura 10, exibe-se a última estruturação pela qual passou o cenário de investigação durante o desenvolvimento das etapas desta pesquisa. Na próxima seção, apresentamos como se procedeu o planejamento das atividades com base no cenário de investigação, bem como os objetivos definidos para a prática de sala de aula.

4.2 Planejamento das atividades

As atividades foram planejadas de maneira direcionada ao foco principal do cenário de investigação. Estrategicamente e de maneira alinhada a estruturação do cenário de investigação, as atividades foram divididas em três etapas sequenciais.

ETAPA I: as questões foram elaboradas para que os estudantes explorassem a produção de arroz na Região Sul do Brasil nos seguintes aspectos: área plantada, produção e produtividade.

ETAPA II: as questões se referiram à produção de arroz do município de Jacinto Machado e os aspectos vinculados ao contexto.

ETAPA III: a produção de um texto dissertativo, pela perspectiva da Matemática, sobre o contexto investigado.

No quadro 3, apresenta-se o esquema das atividades que foram planejadas para cada etapa e os respectivos objetivos pedagógicos definidos para a prática de sala de aula.

Quadro 3 - Esquema das atividades planejadas por etapas.

Atividades		Objetivos pedagógicos
ETAPA I A produção de arroz e a matemática		
<i>Atividade 1</i>	Produção de arroz na Região Sul do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar os gráficos; - Realizar os cálculos necessários para averiguar os dados fornecidos; - Converter medidas de massa; - Comparar os resultados referentes à produtividade.
<i>Atividade 2</i>	A Região Sul do Brasil é a maior produtora de arroz	
<i>Atividade 3</i>	A representatividade do município de Jacinto Machado na produção de arroz	
ETAPA II Investimento em insumos na produção de arroz do município de Jacinto Machado		
<i>Atividade 1</i>	Pesquisa referente ao investimento em agroquímicos por hectare (safra 2018/2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Representar em uma função de primeiro grau o investimento em agroquímicos; - Realizar os cálculos necessários para averiguar os dados fornecidos; - Construir e analisar os gráficos;
<i>Atividade 2</i>	Os agroquímicos utilizados na produção de arroz de Jacinto Machado	
<i>Atividade 3</i>	Herbicidas que tem na composição 2,4D	
ETAPA III Compreendendo a realidade por meio da matemática		
<i>Atividade</i>	Produção textual	- Escrever um texto considerando as atividades realizadas;

Fonte: Autora, 2019.

O planejamento das etapas, com as respectivamente atividades, encontram-se nos apêndices A (ETAPA I), B (ETAPA II) e C (ETAPA III) desta dissertação.

4.3. Implementação das atividades

A pesquisa realizou-se no município de Jacinto Machado, no Extremo Sul de Santa Catarina. Como mencionou-se no capítulo 1, o município tem uma população estimada em 10 mil habitantes e caracteriza-se pelo contexto agrícola. A rede municipal de ensino conta com 4 escolas que oferecem Educação Infantil em tempo integral, Ensino Fundamental anos iniciais e Ensino Fundamental anos finais.

Na Figura 11, tem-se a fachada da Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta, onde se desenvolveu a pesquisa, na qual a professora-pesquisadora leciona. A escola conta com 510 estudantes matriculados. Parte destes estudantes são oriundos de comunidades rurais.

Figura 11 - Fachada da Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta.



Fonte: Autora, 2019.

As atividades foram implementadas no segundo semestre de 2019, totalizando 28 aulas, com quatorze estudantes do 9º ano vespertino da referida escola. Ressalta-se que todos os estudantes com o consentimento dos responsáveis assinaram o termo de assentimento e aceitaram participar e contribuir com a pesquisa.

4.4 Obtenção dos dados e procedimentos para as análises

Para obtenção dos dados durante o processo de desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se os seguintes recursos:

>>**Caderno de campo:** no decorrer da prática de sala de aula, a professora-pesquisadora registrou diálogos e fatos relevantes ocorridos entre os estudantes.

>>**Produção dos estudantes:** solicitou-se a entrega de todas as atividades que compuseram as etapas do planejamento das atividades.

>>**Recursos tecnológicos:** criou-se um grupo no *WhatsApp* em que os estudantes compartilharam fotografias e vídeos sobre o processo de produção do arroz, bem como discussões sobre as atividades. Em algumas aulas, gravou-se áudios dos diálogos entre os estudantes e com a professora-pesquisadora.

Para as análises dos materiais obtidos na pesquisa, adotou-se os seguintes procedimentos:

>>Dividiu-se os estudantes em dois grupos. Os estudantes identificados com a letra A tem contato direto com a produção de arroz, os estudantes identificados com a letra B, são conhecedores da rizicultura, porém não possuem um contato direto. No quadro 4, tem-se a identificação dos estudantes.

Quadro 4 - Identificação dos estudantes

IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDANTES	RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO DE ARROZ
A1, A2, A3, A4, A5 e A6	Estudantes que tem contato direto com a produção de arroz (filhos de rizicultores).
B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 e B8	Estudantes que não tem contato direto com a produção de arroz.

Fonte: Autora, 2020.

Salientamos que todos os estudantes participantes da pesquisa são conhecedores do contexto agrícola do município, especificamente sobre a rizicultura. A divisão dos estudantes em dois grupos deve-se à atividade econômica praticada pela família, no qual os estudantes que tem contato direto com a produção de arroz são, geralmente, filhos ou tem familiares próximos que são rizicultores (agricultores).

As análises foram realizadas de maneira sequencial, em que se retrataram atividades e fatos relevantes. No texto, identificam-se as discussões e os questionamentos dos estudantes grifados em itálico entre aspas.

5 ANÁLISES

Neste capítulo, apresentam-se as análises do processo de desenvolvimento das etapas desta pesquisa, sob as perspectivas da Etnomatemática e da Educação Matemática Crítica.

5.1 ETAPA 1 – A produção de arroz e a Matemática

Esta etapa foi composta por três atividades, como menciona-se na seção 3.2. Inicialmente, teve-se por intuito a ambientação do contexto de pesquisa, ou seja, o que o autor Skovsmose (2000) chama de convite. Dando seguimento, tem-se respectivamente as atividades de interpretação de gráficos e dados, sobre a produção de arroz.

ATIVIDADE 1: A produção de arroz na Região Sul do Brasil.

Descrição da atividade 1: Para esta atividade inicial foram elaboradas duas questões discursivas que tiveram por intuito a ambientação dos estudantes com a prática de sala de aula e contexto explorado.

As questões (a) e (b) foram discutidas pelos estudantes simultaneamente. Eles fizeram suas afirmações, baseados nos saberes sobre a rizicultura e no que lhes foi relatado por seus familiares. Questões: (a) O que se pode afirmar sobre a produção de arroz nos estados que compõem a Região Sul do Brasil? (b) Defina: sistema de cultivo de arroz irrigado convencional.

Segundo os estudantes, quanto a questão (a), os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são destaque nacional na produção de arroz devido ao solo e ao clima favorável da região. Já na questão (b), de acordo com os estudantes A1 e A4, o sistema de plantio irrigado foi implantado em Santa Catarina pelos imigrantes italianos. Quanto a definição do sistema de cultivo de arroz irrigado convencional foi consenso entre os estudantes que é um sistema que incorpora o uso de agroquímicos.

Com a finalidade de ilustrar o desenvolvimento de uma lavoura de arroz no sistema irrigado, surgiu entre os estudantes a ideia de criar um grupo no *WhatsApp*

para compartilharem fotografias das etapas. Ressalta-se que as atividades desta pesquisa foram iniciadas em setembro de 2019, o que coincidiu com as etapas iniciais de formação da lavoura de arroz. As fotografias foram compartilhadas pelos estudantes entre os meses de setembro/2019 a fevereiro/2020, na Figura 12 as fotografias estão organizadas na sequência de: preparo do solo, semeadura, adubação, aplicação de agrotóxicos e colheita.

Figura 12 - Etapas do desenvolvimento da lavoura de arroz

		<p>⇒ Preparo do solo: incorporação da palhada realizada por máquina agrícola.</p> <p>Registro dos estudantes A5 e A6</p>
		<p>⇒ Preparo do solo: bombeamento de água para semeadura.</p> <p>Registro dos estudantes A6 e B4</p>
		<p>⇒ Semeadura do arroz pré-germinado.</p> <p>Registro do estudante A1</p>
		<p>⇒ Aplicação de fertilizante (adubo químico).</p> <p>Registro do estudante A7</p>
		<p>⇒ Aplicação de agrotóxico.</p> <p>Registro do estudante A2</p>
		<p>⇒ Colheita do arroz.</p> <p>Registro dos estudantes A5 e A6</p>

Fonte: Estudantes participantes da pesquisa, safra 2019/2020.

Neste primeiro momento, evidenciam-se características apontadas por Skovsmose (2000) sobre os cenários para investigação. Segundo o autor, o aceite dos estudantes para participar da investigação, configura-se pelo fato dos estudantes assumirem o processo de exploração e explicação. Como mencionado acima, as questões foram explicadas pelos estudantes e verifica-se a exploração do contexto no modo como os estudantes organizaram-se, auxiliados pelos recursos tecnológicos para ilustrar o desenvolvimento da lavoura de arroz.

Os estudantes comentaram, conforme os relatos dos seus avôs, que no passado o trabalho era praticamente manual com baixa produção, mas com a chegada do progresso²¹ tudo mudou. As máquinas agrícolas proporcionaram a ampliação da área de plantio, os adubos (fertilizantes) aumentaram a produção e os venenos (agrotóxicos) controlaram as pragas da lavoura. Entretanto, ao mesmo tempo que comentavam sobre os benefícios do progresso, ressaltavam as mudanças ocorridas no meio ambiente com o passar dos anos.

De maneira geral, observa-se que as discussões dos estudantes são baseadas tanto no saber compartilhado entre familiares e em suas próprias constatações quanto na realidade agrícola do município, que os mesmos são cientes das mudanças ocorridas no meio ambiente, principalmente quanto aos rios da região. É importante salientar a preocupação dos estudantes, que são conhecedores da contaminação das águas por agrotóxicos, bem como os problemas de assoreamento dos rios e o descaso com a mata ciliar²².

No diálogo entre os estudantes, evidencia-se a questão cultural apontada por D'Ambrosio (2009), em que o conhecimento referente à prática de determinada cultura é compartilhado entre os familiares e na comunidade em que estão inseridos. O elo entre passado e futuro fica explícito com a preocupação dos estudantes sobre as questões ambientais. Skovsmose (2014), define como *background* a formação cultural na qual o indivíduo está inserido, que contribuiu para refletir sobre a realidade e buscar alternativas para modificar o *foreground*, ou seja, nesta pesquisa, o anseio pelo desenvolvimento de alternativas para conciliar meio ambiente e agricultura.

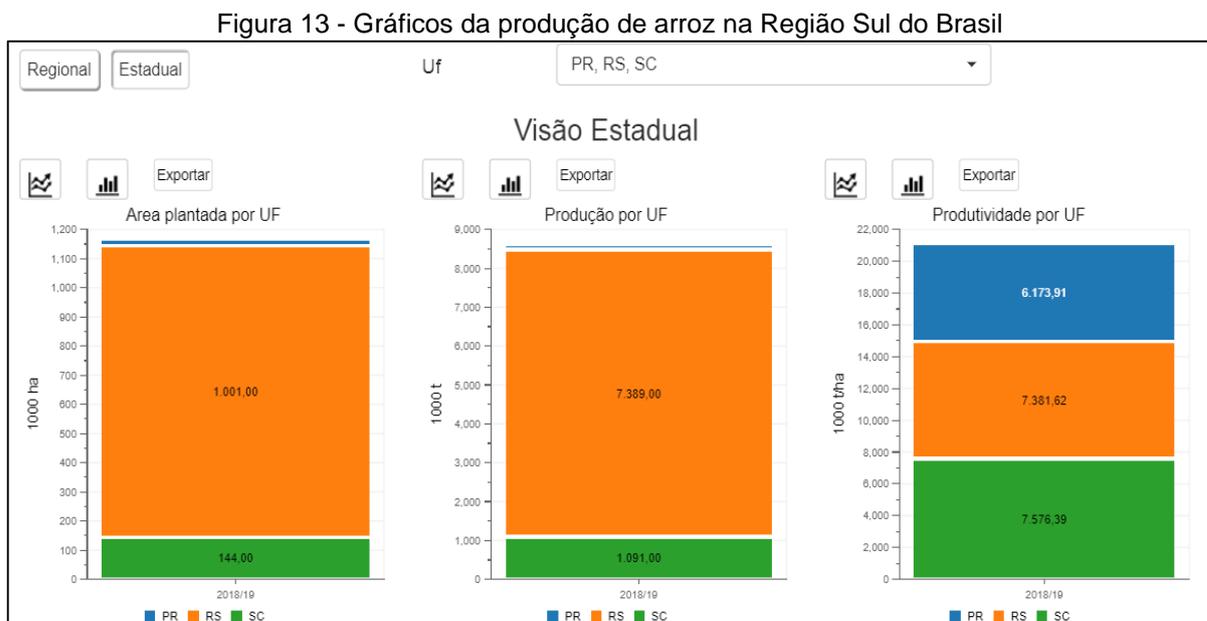
²¹ Se refere ao desenvolvimento tecnológico.

²² Vegetação localizada nas margens dos rios.

ATIVIDADE 2: A Região Sul do Brasil é a maior produtora de arroz.

Descrição da atividade 2: as questões foram elaboradas para que os estudantes explorassem o site da Conab, em que constam informações sobre o agronegócio do Brasil.

Nesta atividade, os estudantes exploraram o site da Conab. Os dados solicitados foram referentes a safra do arroz de 2018/2019, disponíveis no portal de informações agropecuárias. Na figura 13, exibem-se os gráficos que apresentam as informações sobre a área plantada, a produção e a produtividade de arroz dos estados da região Sul do Brasil.



Fonte: Conab, safra 2018/2019.

Na questão (b), com base na análise dos gráficos, qual a razão que define o valor numérico da produtividade? Qual o estado destaque em produtividade? A interpretação dos gráficos, referente às unidades de medidas dos eixos e à distinção entre produção e produtividade, gerou questionamentos entre os estudantes que não tem contato direto com o contexto.

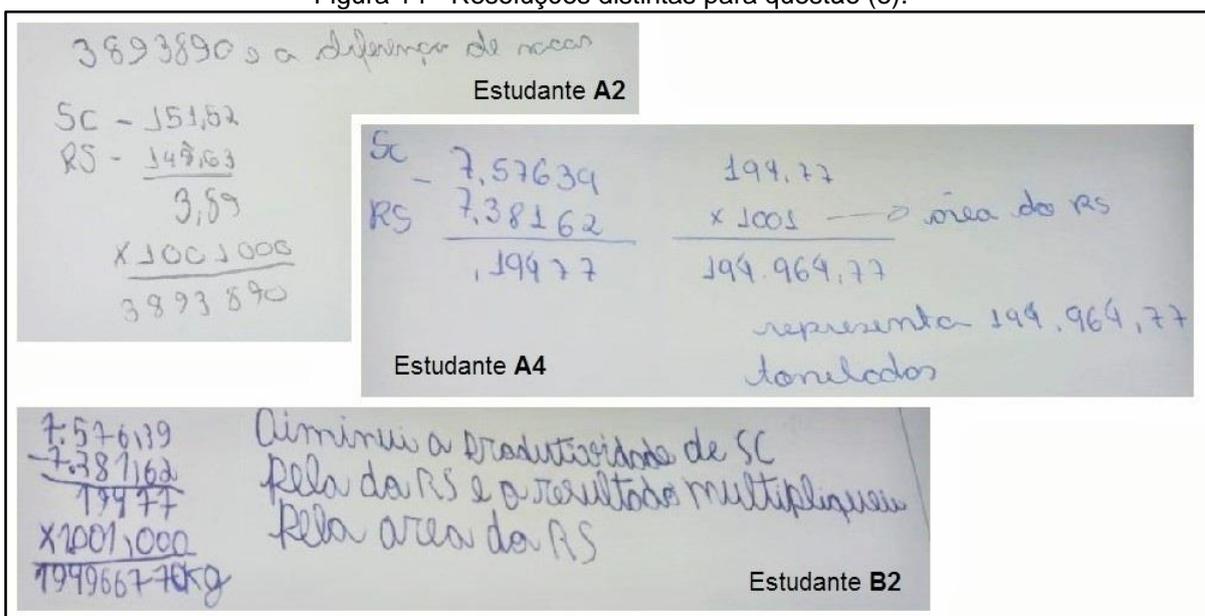
Sendo assim, os estudantes inseridos no contexto da produção de arroz esclareceram os questionamentos feitos pelos colegas. Eis as explicações dadas pelos estudantes A1, A3 e A5: “no gráfico da produção o valor está em toneladas, uma tonelada é 1000 quilos”; “o estado de Santa Catarina não planta só 144 hectares, isso

meus tios plantam, então aquele 1000ha tem que multiplicar por 144, igual no gráfico das toneladas”; “as medidas do gráfico estão de 1000 em 1000”.

Quanto a definição de produtividade da questão (b), novamente os estudantes que têm contato direto com a produção de arroz definiram produtividade como a razão entre a produção total expressa em toneladas dividida pelo total de hectares cultivados. Nesta questão, evidencia-se fatores apontados pelas autoras Knijnik *et al* (2013), Wanderer e Giongo (2013) sobre os distintos jogos de linguagens matemáticos. As informações apresentadas nos gráficos estavam em uma linguagem própria da produção de grãos (arroz). Verifica-se que a conexão com os jogos de linguagens matemáticos escolares ocorreram pela maneira de como os estudantes compreenderam a aplicabilidade da Matemática e realizaram uma “leitura das informações” sobre produção de arroz na região Sul. Skovsmose (2000) define como *matemacia*, o conjunto de fatores que proporciona a leitura e a reflexão da realidade por meio da Matemática.

Na questão (e), se o Estado que destina a maior área (hectares) para o cultivo do arroz fosse destaque na produtividade quanto isso representaria a mais em produção para o Estado? Na Figura 14, observam-se as distintas resoluções que os estudantes apresentaram para a hipótese formulada na questão.

Figura 14 - Resoluções distintas para questão (e).



Fonte: Autora, 2019.

As diferentes resoluções apresentadas provocaram questionamentos entre os estudantes. Nesta questão, observa-se como os mesmos estão condicionados a uma única resposta correta quando se trata de Matemática. Seguimos com um trecho da transcrição do diálogo entre os estudantes no quadro 5.

Quadro 5 - Trecho do diálogo entre os estudantes.

A3: *Não se usa quilos, pra produção de arroz, é toneladas ou sacas.*
B6: *Mas por que não pode?*
A6: *Porque pra grandes quantidades como no caso do arroz se usa toneladas.*
B7: *Então, as nossas respostas tão erradas?*
A1: *A gente viu na questão b, que uma tonelada equivale a mil quilos, então se muda a maneira, mais é a mesma coisa, é igual passa metro pra quilômetro.*

Fonte: Autora, 2019.

Com base no diálogo entre os estudantes, observa-se que os mesmos compreenderam que todas as respostas apresentadas estavam corretas. Aqui ressalta-se que, com o auxílio da calculadora (dos *smartphones*), os estudantes converteram o valor em quilos para toneladas e posteriormente para sacas, coincidindo com as respostas apresentadas por uma parte dos colegas. Sendo assim, concluíram que no contexto da produção de grãos a maneira mais adequada para representar a produção é em toneladas ou em sacas. Os questionamentos e os próprios esclarecimentos por parte dos estudantes, nesta questão, remetem-se às considerações do autor D'Ambrosio (2009) sobre compartilhar conhecimentos que são próprios de uma determinada cultura.

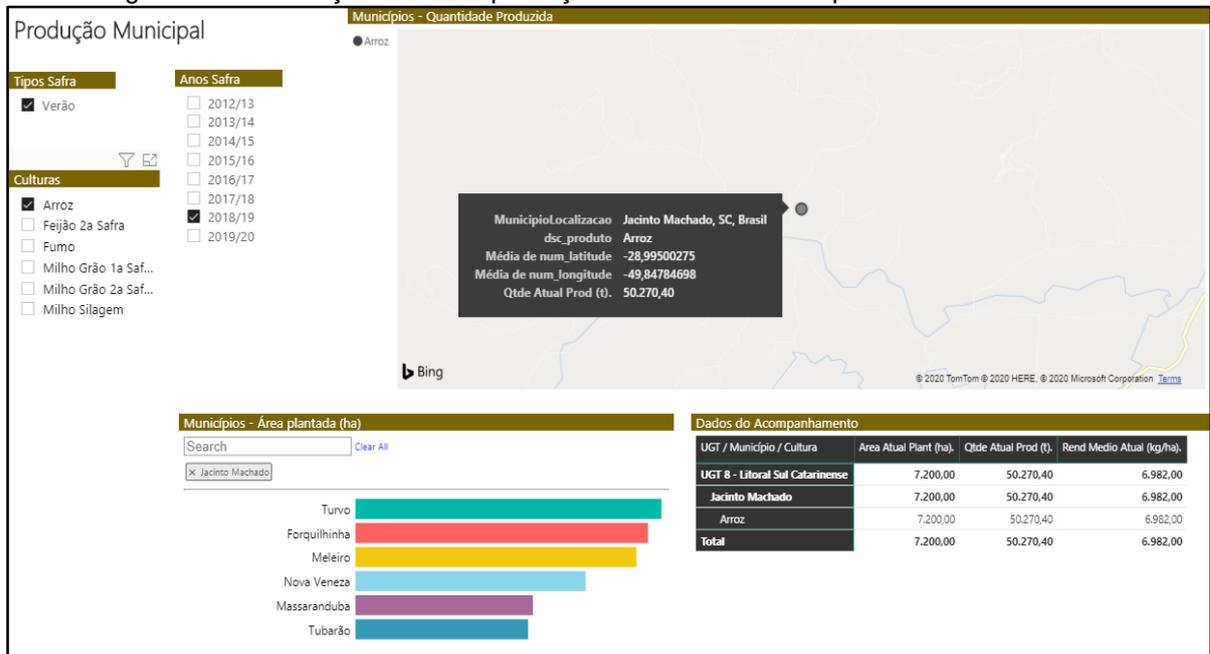
ATIVIDADE 3: A representatividade do município de Jacinto Machado na produção de arroz.

Descrição da atividade 3: As questões foram elaboradas para que os estudantes explorassem o site da Epagri, em que estão disponíveis as informações sobre o agronegócio do Estado de Santa Catarina.

Esta atividade é semelhante a atividade 2, os estudantes exploraram o site da Epagri e obtiveram as informações na aba Infoagro sobre a safra de arroz 2018/2019 referente ao município de Jacinto Machado. Na Figura 15, exibe-se a tabela com as

respectivas informações: área plantada, produção e a produtividade de arroz do município de Jacinto Machado.

Figura 15 - Informações sobre a produção de arroz do município de Jacinto Machado.



Fonte: Epagri, safra 2018/2019.

Devido a compreensão dos estudantes que não tem ligação direta com a produção de arroz, sobre a representação de quantidade na produção grãos, o desenvolvimento das questões ocorreu de maneira semelhante a uma atividade de resolução de problemas.

No entanto, ao concluírem a última questão (e), na qual se referia a área de plantio, os estudantes confrontaram com a questão (c), que se referia a produtividade. Ambas as questões se tratavam de dados sobre a produção de arroz do município de Jacinto Machado.

Na questão (c), comparando a produtividade do Estado de SC com a produtividade do município de Jacinto Machado, o que se pode concluir (numericamente)? Na Figura 16, tem-se a representação da resolução da questão (c), em que os estudantes com o auxílio da calculadora (*smartphone*) concluíram que a produtividade do município de Jacinto Machado, na safra 2018/2019, ficou abaixo da média estadual. Os mesmos chegaram no valor aproximado de -7,8%.

Figura 16 - Resolução da questão (c).

Handwritten work showing the calculation of the percentage difference in productivity between the municipality and the state. The municipality's productivity is 7.576,39 (100%) and the state's is 6.982,00 (x). The student concludes that the state's productivity is 8% lower. The calculation shows $x = \frac{698.200}{7576,39} = 92$, which is 8% less than 100. The student is identified as 'Estudante B7'.

Fonte: Autora, 2019.

Na questão (e), Qual a representação do município de Jacinto Machado referente a área plantada no estado? Novamente com o auxílio da calculadora, os estudantes utilizaram a regra de três e constataram que a área destinada ao cultivo de arroz do município representa “exatamente 5%”²³ da área total do estado.

A discussão dos estudantes era em torno dos valores que obtiveram nas questões (c) e (e), em que consideraram “muito pequeno” comparado aos valores estaduais. Assim, os estudantes A3 e B2, formularam a seguinte hipótese: “Vamos supor que aqui em Jacinto Machado não se cultiva arroz, será que influenciará na média estadual?”²⁴ Os estudantes B4, B5 e A6 afirmaram que a exclusão do município não influenciaria na média estadual, devido a área de plantio, considerada por eles “muito pequena” comparada a área total do Estado. Entretanto, os estudantes A1, B7 e A5 afirmaram que a exclusão do município influenciaria na média estadual, uma vez que a média da produtividade do município ficou abaixo da estadual. Questionados sobre a afirmação, os estudantes A1 e B2 exemplificaram: *“É igual a média das nossas notas, se tirar nota alta, aumenta a média e se tirar uma nota baixa, diminuiu a média.”* O estudante A2 concluiu: *“Acho que a mesma coisa vai acontecer aqui, porque se a produtividade do município fosse maior, a do Estado aumentaria um pouquinho, mas como foi menor, vai diminuir um pouquinho”.*

Portanto, auxiliados pelas calculadoras, os estudantes realizaram os cálculos para averiguar a hipótese, e chegaram à conclusão que com a exclusão do município de Jacinto Machado, a média da produtividade estadual aumentaria em mais de meia saca. Nas circunstâncias de como ocorreu a situação, é importante destacar as considerações de Skovsmose (2000) sobre cenário para investigação. De acordo com o autor, quando os estudantes assumem o processo de exploração formulando

²³ Expressão utilizada pelos estudantes ao constatar a exatidão da operação.

²⁴ Transcrição da pergunta formulada pelos estudantes A3 e B2.

hipóteses e testando-as procurando explicações, de fato, constitui-se um ambiente de aprendizagem.

5.2 ETAPA 2 – O investimento em insumos na produção de arroz convencional no município de Jacinto Machado

Nesta etapa, os estudantes que têm contato direto com a produção de arroz coletaram dados com um rizicultor (agricultor), sobre o investimento em agroquímicos para produzir um hectare de arroz. Posteriormente, os estudantes trabalharam matematicamente com os dados nas atividades seguintes.

ATIVIDADE 1: Dados referente ao investimento em agroquímicos por hectare safra 2018/2019.

Descrição da atividade 1: Os estudantes A1, A2, A3, A4, A5 e A6, que têm contato direto com a produção de arroz realizaram a coleta de dados referentes ao investimento em agroquímicos para produzir um hectare de arroz, dados da safra 2018/2019.

Os estudantes coletaram os dados e também realizaram alguns questionamentos sobre a produção de arroz, a utilização de agroquímicos e as medidas adotadas pelos rizicultores para preservação do meio ambiente. Na Figura 17, tem-se a tabela com os dados coletados pelo estudante A3, ressalta-se que os valores são distintos, pois foram coletados dados de seis rizicultores.

Figura 17 - Tabela de dados referente ao investimento em agroquímicos por hectare.

Tabela com dados referente ao investimento em agroquímicos para um (1) hectare de arroz safra 2018/2019					
Insumos	Tipos	1ª aplicação ___ dias Quantidade/hectare	2ª aplicação ___ dias Quantidade/hectare	3ª aplicação ___ dias Quantidade/hectare	Valor/hectare
FERTILIZANTES	Adubo	4/6 sacas 50kg			450 R\$
	Ureia	30 dias 3 sacas	60 dias 2 a 3 sacas		500 R\$
	Ureia controlada	60 dias 5 sacas			200 R\$
AGROTÓXICOS	HERBICIDA	Momoni	20 dias	150ml	500 R\$ litro
		Procapta	30 dias	2,5 litro	150 R\$
		Curva	30 dias	100ml	30 R\$
		Truadon	30 dias	1 litro	400 R\$
Total investido por hectare					2.420

AGROTÓXICOS	FUNGICIDA	Beas	35 dias 500 gramas	100 R\$
		Nativo	35 dias 120 ml	200 R\$ L
AGROTÓXICOS	INSETICIDA	Carapina	35 dias 100 ml	300 R\$ L
Total investido por hectare				2.420
				Estudante A3

Fonte: Autora, 2019.

Quanto aos questionamentos, os estudantes comentaram e também discutiram com os demais colegas em sala de aula. Segundo os estudantes, os rizicultores destacam que o desenvolvimento tecnológico dos últimos 10 anos contribuiu para melhoria na produção de arroz. Sobre a utilização de agroquímicos, os seis rizicultores entrevistados estão cientes dos problemas que o produto pode ocasionar, quando utilizado de “maneira negligente”²⁵. Os mesmos destacaram a eficácia no combate as pragas, entretanto são conhecedores de que com o tempo as pragas ficam resistentes ao produto. Para contribuir com a preservação do meio ambiente, os rizicultores afirmam utilizar somente agrotóxicos registrados e a dosagem prescrita pelo profissional da área. Também ressaltaram os cuidados com o manejo da água e o descarte correto das embalagens.

A aula deste dia, teve como questão central os agrotóxicos. Primeiro a explanação dos estudantes que tem contato direto com a produção de arroz, seguidos pelos os estudantes B2, B7 e B8, que comentaram sobre a reportagem (figura 18), em que uma agricultora da região foi condenada pelo uso excessivo de agrotóxico nas frutas e verduras destinadas a merenda escolar.

Figura 18 - Reportagem sobre a condenação pelo uso excessivo de agrotóxico.

Condenada agricultora que fez uso excessivo de agrotóxico em frutas da merenda escolar

Araranguá- Uma produtora rural, fornecedora de frutas para o município de Araranguá, foi condenada em ação civil pública pelo juízo da 2ª Vara Cível da comarca local, pelo uso de agrotóxico permitido porém em excesso e também por comercializar seus produtos sem a rotulagem necessária. A ré, em sua defesa, alegou que já não era mais fornecedora da municipalidade, por questão de encerramento do contrato, e não produzia mais o alimento em questão diante da dificuldade em realizar o controle das quantidades dos produtos.

Segundo os autos, são fatos incontroversos que a acusada forneceu o alimento à municipalidade e que naqueles que foram objeto de exame, em maio de 2018, encontraram-se níveis superiores ao máximo permitido de agrotóxicos para a cultura em questão, conforme legislação vigente e portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Também foi comprovado que os produtos não estavam devidamente rotulados de acordo com a legislação.

“O fornecimento [...] era destinado às escolas municipais, afetando, portanto, a alimentação de crianças e adolescentes. Ademais, ainda que não se tenha alegado a existência de consequências físicas decorrentes do excesso, é certo que há dano coletivo pela ingestão de alimento com excesso de agrotóxico”, destaca a decisão.

A decisão levou em consideração a quantidade comercializada para condenar a produtora ao pagamento de R\$ 2 mil por danos morais coletivos, revertidos ao Fundo para Reconstituição de Bens Lesados, bem como proibi-la de comercializar produtos hortifrutigranjeiros de forma irregular e sem procedência, sob pena de multa no valor de R\$ 500 por ato. Cabe recurso da decisão ao Tribunal de Justiça de Santa Catarina

Fases da Lua

- Lua Minguante:** 21 de outubro.
- Lua Nova:** 28 de outubro.
- Lua Crescente:** 4 de novembro.
- Lua Cheia:** 12 de novembro.



Fonte: Jornal Volta Grande, 24/10/2019.

²⁵ Consenso entre os rizicultores entrevistados.

As discussões, considerações e as conclusões dos estudantes sobre o assunto, remetem à relação entre as ideias da Etnomatemática e a Educação Matemática Crítica no sentido de discutir questões “fora da sala de aula”, em que a Matemática auxilia na interpretação e compreensão de questões da realidade.

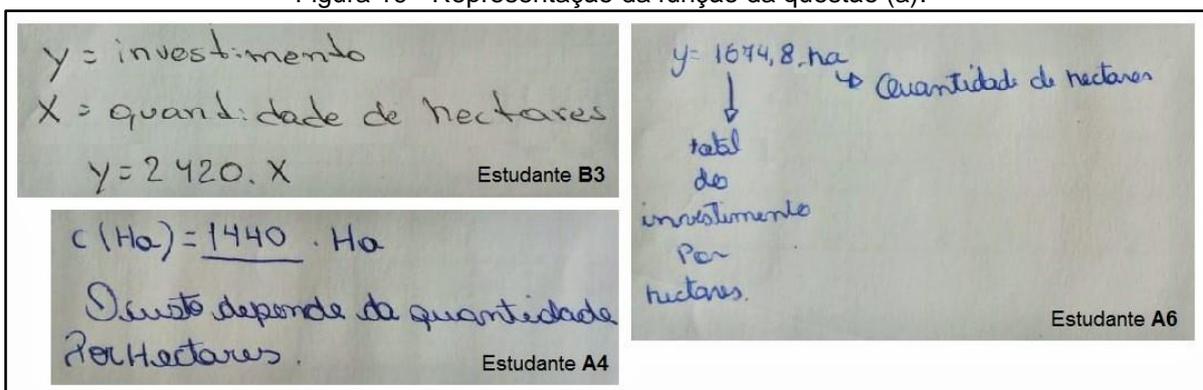
ATIVIDADE 2: Os agroquímicos utilizados na produção de arroz de Jacinto Machado

Descrição da atividade 2: As questões foram elaboradas para que os estudantes utilizassem os dados obtidos na entrevista com o rizicultor (agricultor). A atividade foi desenvolvida em duplas e trios de estudantes.

Na atividade 2, observou-se os conceitos matemáticos mobilizados pelos estudantes para realizar cada questão. A Matemática escolar foi utilizada com significado para desenvolver as questões em que houve a manipulação dos dados, coletados pelos próprios estudantes. Conforme as observações, evidenciam-se fatores característicos da *matemacia*.

Na Figura 19, tem-se um recorte de algumas resoluções apresentadas pelos estudantes para questão (a) Com base nos dados coletados (tabela da atividade 1), determine a função que representa a relação entre o investimento em agroquímicos e os hectares?

Figura 19 - Representação da função da questão (a).



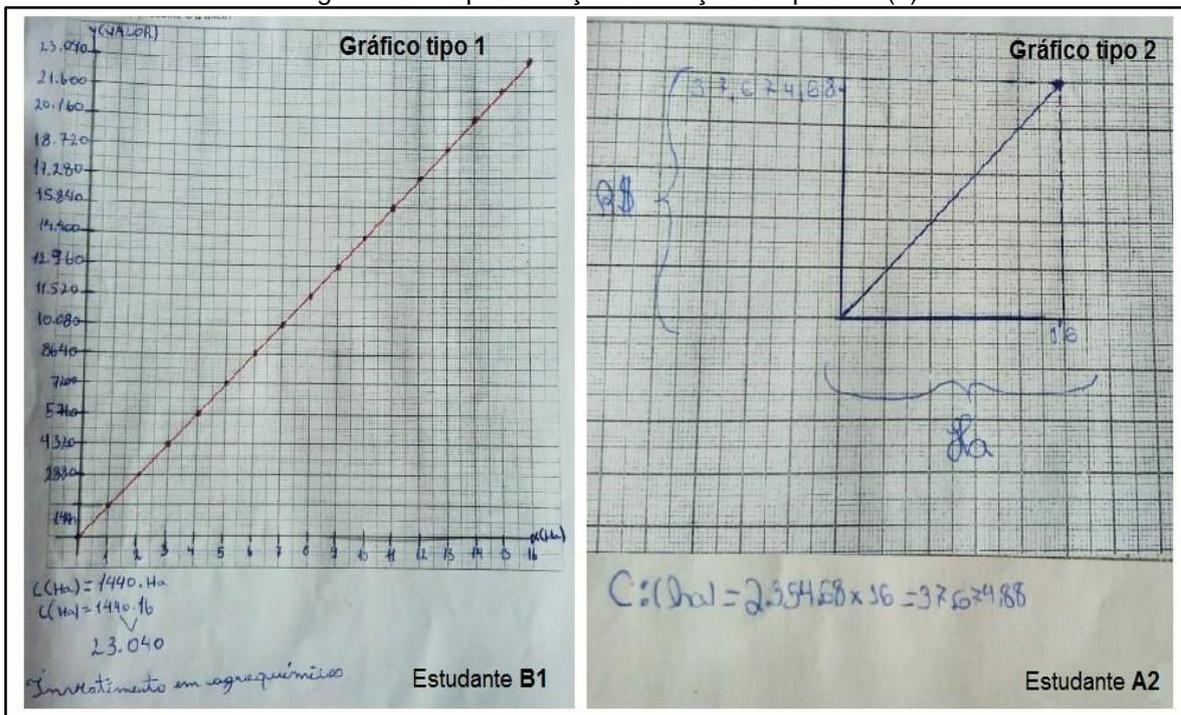
Fonte: Autora, 2019.

Na representação da função, alguns estudantes identificaram ou nomearam as variáveis com “letras” remetendo ao contexto de investigação. As autoras Knijnik, Wanderer e Giongo (2013), apontam essa prática em seus estudos como a

semelhança de família, ou seja, a conexão entre os jogos de linguagens matemáticos escolares com os jogos de linguagens matemáticos não escolares advindos da realidade dos estudantes.

Na Figura 20, tem-se a representação gráfica da questão (b) Considerando as características da agricultura familiar em SC, vamos supor uma propriedade com 16 hectares destinados a rizicultura. Com base na função do item (a), qual o investimento (R\$) em agroquímicos nesta propriedade? Apresente o gráfico. Os estudantes tiveram a percepção de nomear os eixos conforme a função representada na questão (a). Questionados sobre a maneira de construção do gráfico, obteve-se as seguintes respostas: “o quanto vai gasta depende da quantidade que vai se plantado, por isso colocamos hectares no eixo x.” “o gráfico fica melhor assim, porque é quantos de hectares que define o custo, então na horizontal é melhor para ver o custo e para comparar com o gráfico dos colegas”.

Figura 20 - Representação da função da questão (b).



Fonte: Autora, 2019.

Os gráficos foram construídos das duas maneiras, como mostra-se na Figura 20. O primeiro gráfico (tipo 1) foi apresentado pelos estudantes que não tem contato

direto com a produção de arroz. Já o segundo gráfico (tipo 2) foi apresentado pelos estudantes que vivem neste meio.

Questionados sobre a maneira em que construíram os gráficos, tem-se as seguintes respostas:

>>Sobre a gráfico tipo 1: respostas dos estudantes B3, B6 e B8 respectivamente.

“Fizemos assim, porque os valores do y são de mil em mil, daí fica melhor pra construir o gráfico”. “E que assim, ponto por ponto mostra que o valor aumenta sempre que aumenta a quantidade plantada”. “O gasto é dependente da quantidade plantada”.

Os estudantes utilizam os conceitos da Matemática de sala de aula para construir o gráfico. Mesmo conhecendo o contexto agrícola do município, como eles não têm contato direto com a produção de arroz, os estudantes desenvolveram a questão como uma resolução de exercícios com referências à realidade.

>>Sobre o gráfico tipo 2: respostas dos estudantes A1, A3, A4 e A6 respectivamente.

“Na pergunta já tem o total de hectare, daí é só multiplicar e mostrar no gráfico o total gasto”. “Assim, fica melhor para comparar com o gráfico dos colegas [risos] pra ver quem gasta mais”. “Esse valor é o que a gente gasta mesmo, só muda ali o número de hectare”. “O que importa é o total pra produzir 16 hectares”.

Nesta questão, de acordo com as considerações de D’Ambrosio (2012) e Skovsmose (2000), os estudantes utilizaram habilidades/técnicas matemáticas de modo a simplificar e facilitar a compreensão do gráfico. A linguagem matemática escolar é utilizada com significado para representar uma situação do cotidiano.

Segundo Knijnik et al (2013),

[...] diríamos é o contexto que constitui a referência para entender a significação das linguagens (entre elas, as linguagens matemáticas) presentes nas atividades produzidas pelos diversos grupos culturais. No caso das linguagens matemáticas, poderíamos afirmar que a geração de seus significados é dada por seus diversos usos” (KNIJNIK et al, 2013, p. 30).

Para estes estudantes, a contextualização possibilitou compreender a aplicabilidade deste conceito matemático. A forma de representação proporcionou que os estudantes explorassem a situação, no sentido de comparar os custos e dialogar sobre produtos que determinaram a diferença no valor total expresso no gráfico.

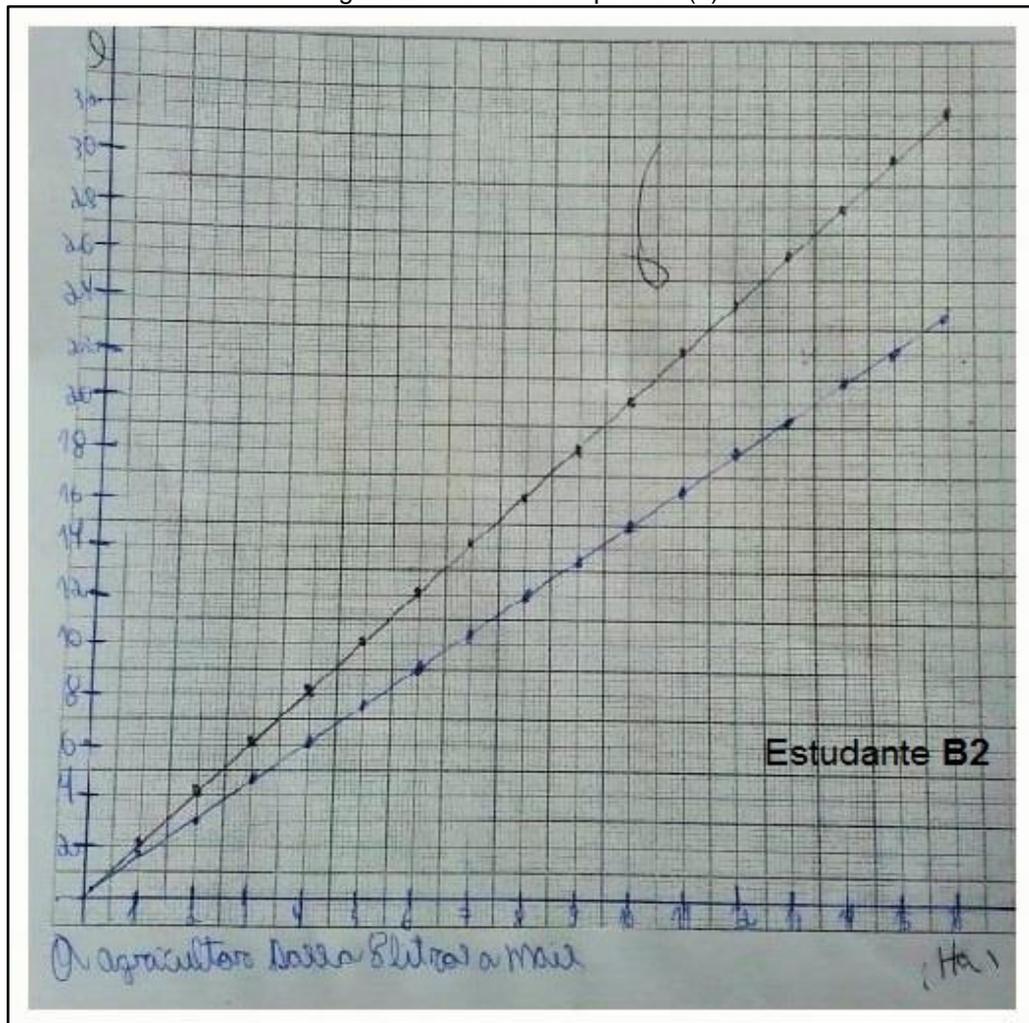
Na questão (c), Realize uma comparação (tabela atividade 1) entre a quantidade de agrotóxico (herbicidas) aplicado pelo agricultor versus a quantidade “máxima” estipulada na bula do agrotóxico. Caso a aplicação dos agrotóxicos extrapole os limites indicado na bula, apresente a conclusão? (Análise para 1 hectare de arroz). É importante ressaltar que antes de iniciar a questão, os estudantes opinaram sobre a melhor maneira de representar as possíveis diferenças. Comentários dos estudantes: *“A diferença tem que ser em porcentagem, porque já dá o número da diferença [...] quando comparar com o valor total”*; *“se coloca ali a diferença em litro ou gramas, é mais ruim de entender, quando é colocado mais”*; *“o valor em porcentagem dá uma ideia melhor [...] quanto a mais ou a menos se tá usando do veneno, é melhor pra entender”*.

Para realizar as devidas comparações, os estudantes utilizaram a calculadora. Os mesmos constataram que, ao compararem a quantidade que o rizicultor utiliza com a quantidade máxima estipulada na bula dos agrotóxicos, apenas dois dos agricultores entrevistados utilizam exatamente as quantidades indicadas na bula de cada herbicida.

Dessa forma, considerando o sentido amplo da palavra *matemacia*, os estudantes utilizaram o conceito de porcentagem pelo fato de compreenderem a aplicabilidade da Matemática para representar tal situação.

Seguindo com a ideia de comparação das quantidades utilizadas de herbicidas, na questão (d) Vamos considerar um pulverizador de barras para trator de 600 litros, o herbicida “Basagran 480” e a propriedade de 16 hectares. Para pulverizar um hectare de arroz a mistura/calda de (água+herbicida) fica na média de 200 litros. Apresente graficamente e numericamente a diferença entre a quantidade estipulada na bula do agrotóxico “Basagran 480” e os 2 litros aplicado pelo agricultor para eliminar a “erva-de-bicho”. Analisando o gráfico o que se pode concluir? Os estudantes questionaram se poderiam utilizar o mesmo gráfico para realizar a comparação. Já na construção, os mesmos construíram os gráficos ponto a ponto, como pode-se observar na Figura 21.

Figura 21 - Gráfico da questão (d).



Fonte: Autora, 2019.

Os estudantes que representaram de maneira simplificada o gráfico (tipo 2) da questão (b), na Figura 20, questionados sobre a maneira distinta de construção do gráfico na Figura 21, afirmaram: “O gráfico é para comparar, fica melhor junto”. “Se fosse dois gráficos separados, dava pra fazer porque não precisa cuidar das medidas dos eixos”. “Pra ver a diferença no gráfico, a medida do eixo tem que tá correta”. (Resposta de dois estudantes) “Lá no outro gráfico o valor aumentava, nesse aqui também, [...] só que o valor é diferente, [...] fizemos junto porque fica melhor pra ver a diferença”.

Para representar graficamente a diferença da quantidade de herbicida, os estudantes movem-se entre os ambientes de aprendizagem. Nesta questão, mesmo os estudantes que representaram o gráfico da questão (b), de forma simplificada, recorrem aos conceitos da Matemática de sala de aula para construção do gráfico da

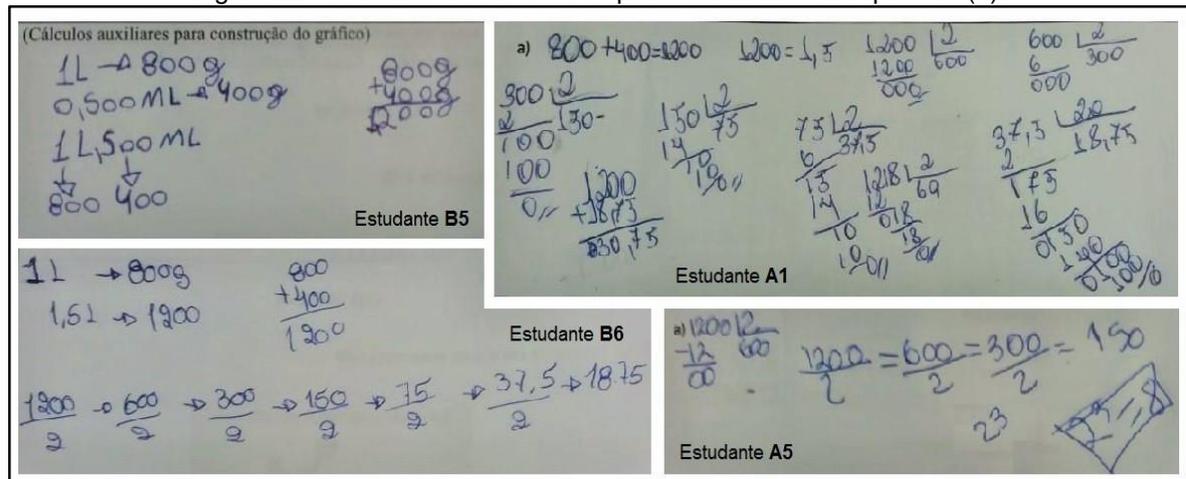
função polinomial do 1º grau (linear). Neste sentido e de acordo com D'Ambrosio (2012, p.108), “O domínio de duas Etnomatemáticas, e possivelmente de outras, obviamente oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas”. Considerando o “deslocamento da Educação Matemática e a adequação as novas configurações da sociedade”, exemplificados nos trabalhos de Knijnik *et al* (2013), podemos nos aventurar a reinterpretar a afirmação de D'Ambrosio para esta pesquisa, que as habilidades desempenhadas para conciliar a utilização de distintos jogos de linguagem matemáticos contribuiu para compreender questões da realidade.

ATIVIDADE 3: Herbicidas que têm na composição 2,4D

Descrição da atividade 3: A atividade apresenta como hipótese a aplicação do herbicida 2,4D no intervalo de dois meses. A construção do gráfico teve por intuito auxiliar na compreensão da degradação do herbicida no solo, bem como nas observações sobre a questão.

Nesta atividade, para construir o gráfico, a maioria dos estudantes utilizou a calculadora, porém na figura 22 tem-se o recorte do raciocínio desenvolvido por alguns estudantes sobre a questão (a) Vamos considerar a seguinte hipótese: “uma área, precisamente um hectare, recebe pela primeira vez uma aplicação de um herbicida que tem em sua composição o 2,4D.” (Dados: 800g/L de 2,4D com meia vida de 10 dias.) Construa o gráfico do resíduo de 1,5 litros do herbicida aplicado por hectare, a primeira aplicação ocorreu em agosto/2019 e, após 2 meses, a segunda aplicação ou seja, em outubro/2019.

Figura 22 - Cálculos desenvolvidos pelos estudantes na questão (a).



Fonte: Autora, 2019.

Na Figura 22, apresenta-se a maneira simplificada que os estudantes utilizaram para calcular a quantidade do produto em 1,5L. Observando a resolução dos outros estudantes, não houve a utilização da regra de três e todos apresentaram ideias semelhantes as da imagem.

Para determinar a meia-vida do herbicida, os estudantes utilizaram a calculadora, alguns foram fazendo as divisões. Entretanto, alguns estudantes (A1, A4, B2 e B7) perceberam uma singularidade na divisão: “*Estamos sempre dividindo por 2, parece uma sequência*”. “*Se dividir por 4, tem o resultado de 20 dias e se dividir por 8 dá o resultado de um mês*”. “*Os divisores são múltiplos do número dois*”. “*Meia-vida, metade, 2*”.

Os estudantes, questionados sobre a atividade e com a representação no quadro, perceberam que a divisão é uma potência de base 2. O fato de incentivá-los a pensar sobre a divisão fez com que os estudantes lembrassem da propriedade da potenciação, e alguns estudantes comentaram: “*Que para construir o gráfico era só dividir duas vezes por oito, que fecha os 2 meses*”.

Nesta questão, os estudantes discutiram e, de maneira colaborativa, chegaram à conclusão de que é uma divisão, em que o denominador é uma potência de base 2. Ao proporcionar um ambiente investigativo, os estudantes puderam discutir sobre suas ideias ao observarem que o cálculo da meia-vida remetia a um outro conteúdo matemático já estudado. A palavra potência não surgiu de imediato, mas o conceito de potenciação foi construído pelos estudantes.

A construção do gráfico gerou vários questionamentos entre os estudantes, dentre eles: *“este gráfico, não dá uma reta”*; *“a divisão não vai da zero, mas fica bem perto”*. Fomentando a discussão, os estudantes observaram que podiam ligar os pontos, só não poderiam encostar no eixo x. *“Acho que o gráfico é assim, porque é dividido por uma potência.”*; *“tem a haver com isso, porque parece metade de uma função do 2º grau”*.

Com o auxílio dos celulares, os estudantes descobriram que o gráfico da meia vida do herbicida é uma função exponencial. Entre as discussões, foi possível perceber que os mesmos compreenderam o porquê do gráfico ter que ser exponencial, para tanto realizaram conexão com aspectos da realidade. Considerações dos estudantes: *“se o resíduo fica na terra, vai diminuindo é quando passa mais, o resíduo vai acumulando”*; *“por isso não passa no eixo x”*; *“faz sentido, meu avô disse que os pés de uva não nasceram bem, porque na terra tem resíduo de um veneno para folha larga”*.

No quadro 6, tem-se a transcrição de um trecho do diálogo entre os estudantes durante a construção do gráfico.

Quadro 6 - Trecho do diálogo entre os estudantes

B4: *Porque tu fez assim B2?*

B2: *Se fosse pra mais meses, não ia caber na folha [...] daí fiz assim.*

A3: *Assim, só tem que cuidar da ordem das aplicações e de somar o resíduo da aplicação anterior com a aplicação atual.*

A4: *Nossa! Agente fez o gráfico de um veneno, e ainda tem os outros.*

A5: *Eu nunca imaginei que ia vê o resíduo de veneno em um gráfico na aula de matemática.*

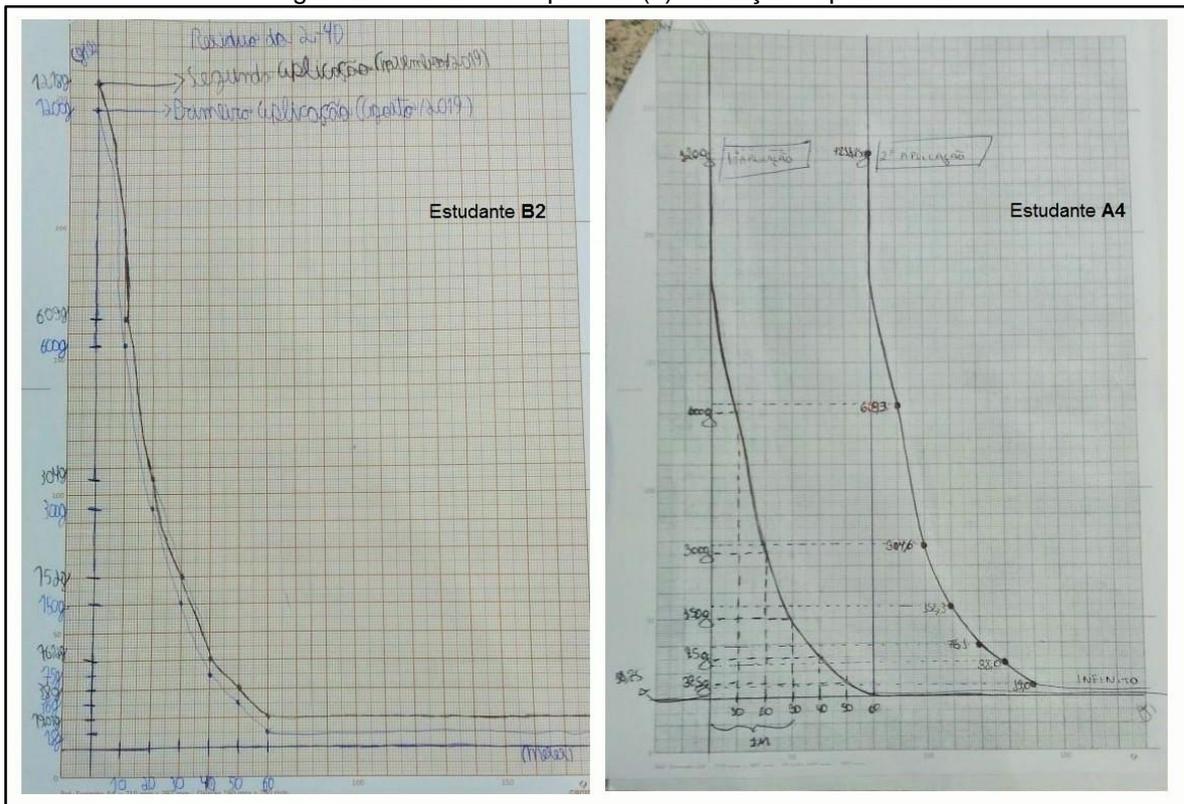
B8 e A6: *Acho que o gráfico dos [...] (se referindo aos gráficos semelhantes ao do estudante B2), fica melhor para representar o resíduo [...] da pra fazer de umas 5 aplicações que vai caber na mesma folha.*

A3: *Não fica um gráfico bonitinho né professora? É muito número com vírgula [...] a linha do gráfico fica toda torta.*

Fonte: Autora, 2019.

Neste sentido, os estudantes construíram o gráfico para questão (a), de duas maneiras distintas. Na Figura 23, tem-se o recorte da representação do gráfico de degradação do herbicida 2, 4D.

Figura 23 - Gráfico da questão (a) – Função exponencial.

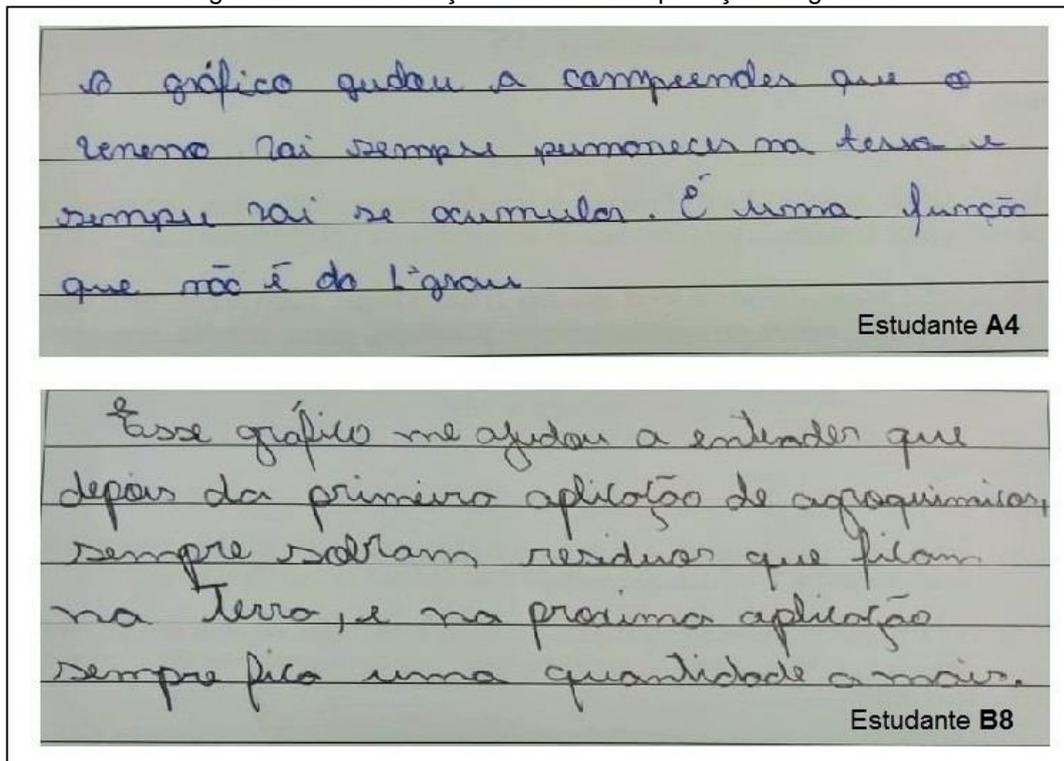


Fonte: Autora, 2019.

Na construção do gráfico, que representa a hipótese formulada para questão (a), evidencia-se novamente o aceite dos estudantes para explorarem o cenário de investigação proposto. As discussões, a participação, a colaboração entre os estudantes sobre a construção do gráfico, verifica-se um misto de habilidades matemáticas e conexões com linguagens distintas.

A maneira como ocorreu a construção do gráfico converge com as ideias do autor Skovsmose (2000) sobre a *matemacia*, em que caracteriza-se pelo conjunto de fatores que os estudantes mobilizaram para representar o gráfico, interpretá-lo e expressarem suas considerações. Na Figura 24, têm-se os extratos de tais considerações.

Figura 24 - Considerações sobre a interpretação do gráfico.



Fonte: Autora, 2019.

5.3 ETAPA 3 – Compreendendo a realidade por meio da Matemática

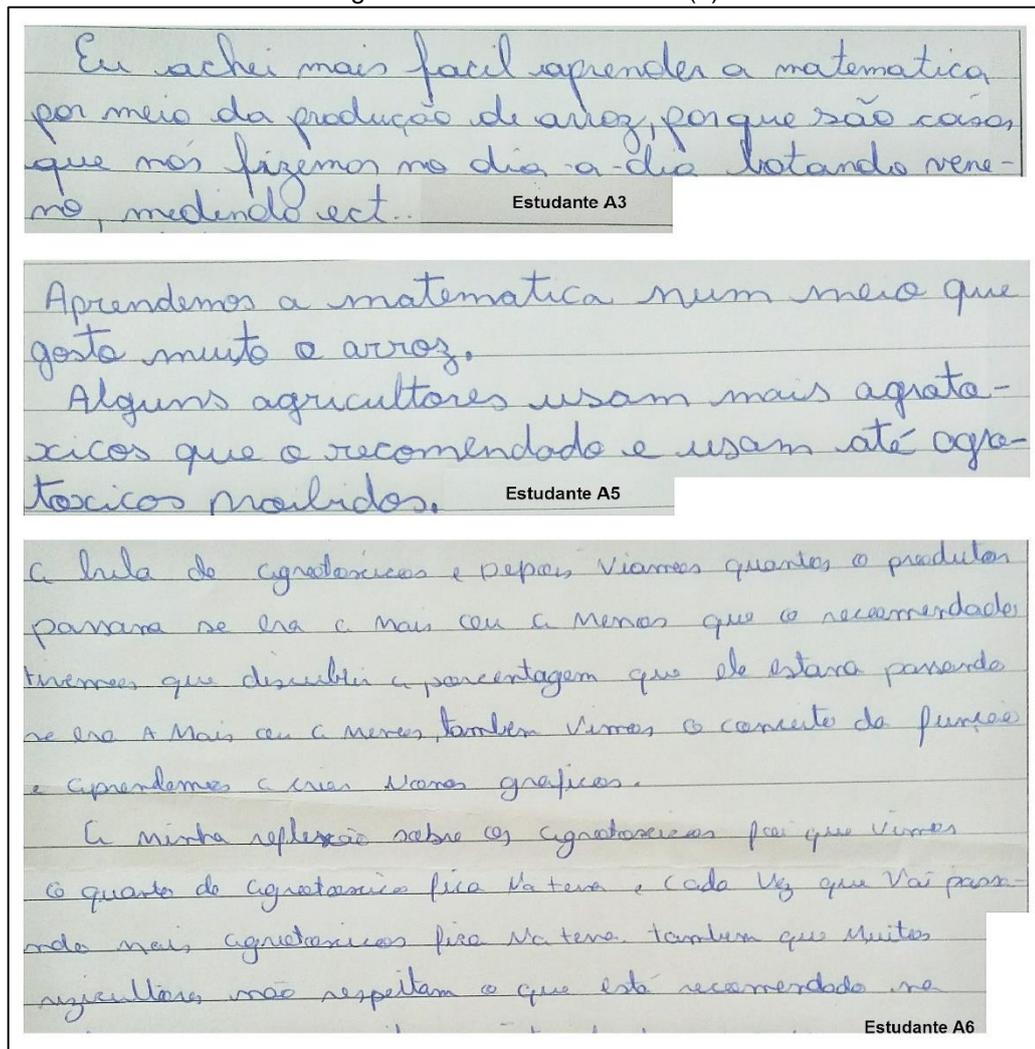
Descrição da atividade: Nesta atividade, solicitou-se aos estudantes que escrevessem um texto dissertativo sobre o tema “Compreendendo a realidade por meio da Matemática”, no qual deveriam considerar todas as etapas e suas respectivas atividades.

Nesta última etapa, como mencionado, os estudantes redigiram um texto. Como observam-se nas figuras 25 e 26, os recortes dos textos foram separados. Na Figura 25, tem-se o extrato do texto dos estudantes A3, A5 e A6. Estes têm contato direto com a produção de arroz.

Os estudantes expressaram satisfação em explorar o contexto proposto por meio da Matemática. Ao constatarem conexões entre a Matemática da sala de aula com as práticas do cotidiano, os estudantes compreenderam a aplicabilidade da Matemática, “a geração do significado é dada por seus diversos usos” (KNIJNIK et al, 2013, p. 30). Situação característica apontada por Giongo e Wanderer (2013), em que

os jogos de linguagem matemáticos engendrados em distintas formas de vida não são invariáveis, mas possuem parentescos, ou seja, semelhança de família.

Figura 25 - Extrato dos textos (1).



Fonte: Autora, 2019.

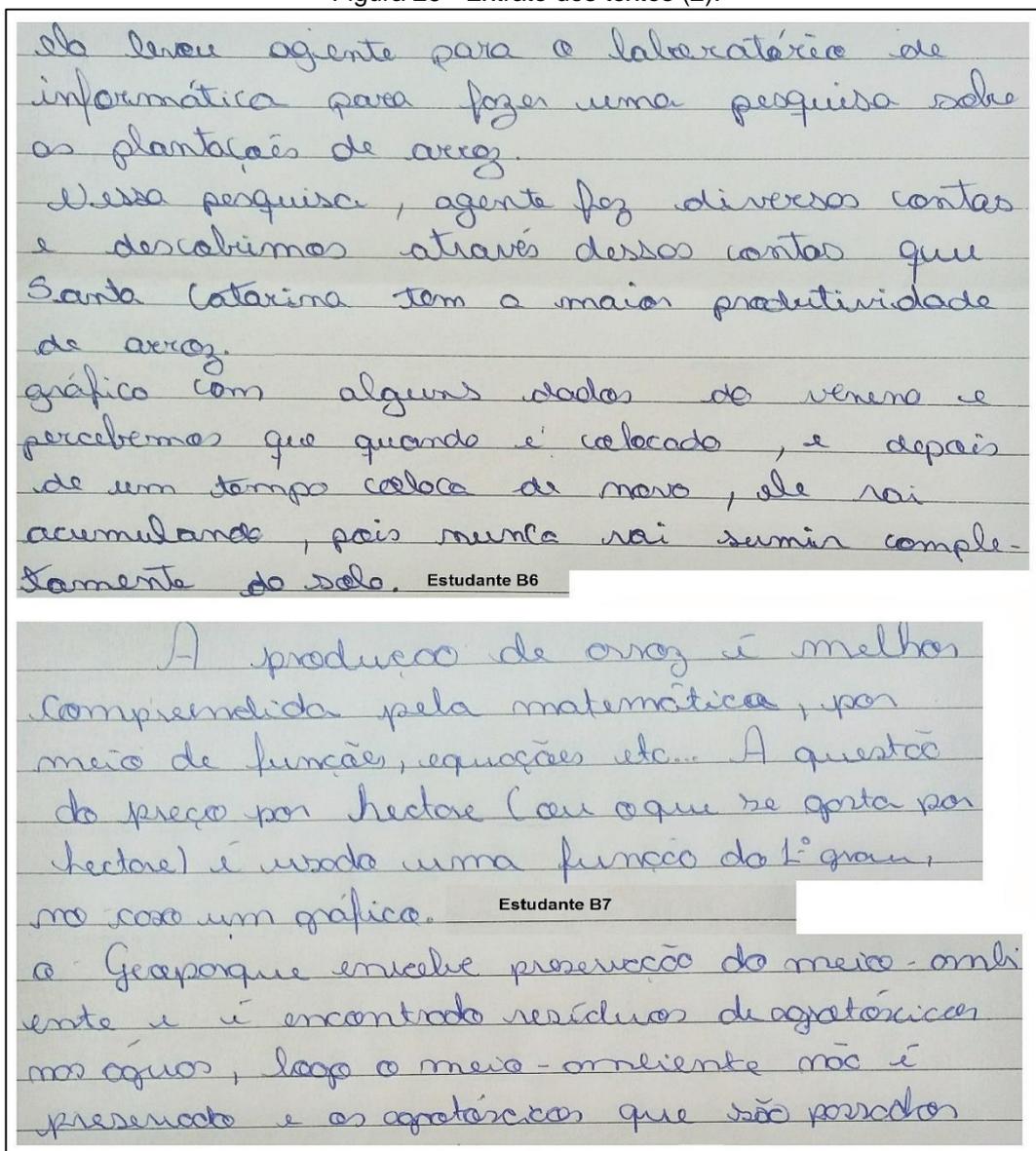
A prática de sala de aula proporcionou que estudantes explorassem o contexto da produção de arroz. Os aspectos vinculados a este contexto, como a questão dos agrotóxicos, foram investigados matematicamente. Portanto, por meio da Matemática, os estudantes formularam suas considerações sobre a questão.

As habilidades/técnicas matemáticas mobilizadas para explorar o contexto, bem como as considerações dos estudantes, são características da matemacia.

Na Figura 26, tem-se o recorte dos textos dos estudantes B6 e B7. Os estudantes não têm contato direto com a produção de arroz, mas de maneira geral, conhecem o contexto da rizicultura.

A contextualização da Matemática na produção de arroz proporcionou aos estudantes o conhecimento de aspectos próprios do contexto. A prática de sala de aula possibilitou que os estudantes estabelecessem conexões da Matemática da sala de aula com a linguagem matemática utilizada na produção de arroz. D'Ambrosio (2012) destaca que o domínio de duas ou mais Etnomatemáticas oferece maiores possibilidades de compreensão e explicações de novas situações.

Figura 26 - Extrato dos textos (2).



Fonte: Autora, 2019.

De acordo com os apontamentos dos estudantes sobre a contextualização da Matemática e o meio ambiente, destaca-se a dimensão sociopolítica da *matemacia*, apontada Biotto filho (2008, p. 15), “é importante possibilitar um ambiente que proporcione aos alunos a oportunidade de discutir e refletir sobre o papel da Matemática na sociedade”. De modo que, a prática de sala de aula permitiu que os estudantes utilizassem suas habilidades matemáticas para investigar o cenário proposto, e baseados nos resultados questionaram, refletiram e opinaram sobre o contexto.

Finalizando as análises, é importante salientar que observou-se, durante o processo de desenvolvimento das atividades, a movimentação entre os ambientes de aprendizagem. No quadro 7, apresentam-se as células dos ambientes de aprendizagem com cor azul, no qual a intensidade da tonalidade indica em quais ambientes predominou o desenvolvimento das atividades.

Quadro 7 – Movimentação entre os ambientes de aprendizagem.

	Exercícios	Cenários para investigação
Referências à Matemática pura	(1)	(2)
Referências à semirrealidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Fonte: adaptado de Skovsmose (2000, p. 8).

Observando o quadro, constatou-se que as atividades foram desenvolvidas predominantemente no ambiente (6), com referências à realidade. Entretanto, a individualidade de cada estudante, bem como o contato com a produção de arroz e até mesmo as habilidades matemáticas empregadas, propiciaram a “transitividade” entre os ambientes de aprendizagem. De acordo com Skovsmose (2000, p.14), “a educação matemática deve mover-se entre os diferentes ambientes como os apresentados na matriz. Particularmente, não considera-se a ideia de abandonar por completo os exercícios da educação matemática.”

Todo o processo de análises foi fundamental para esta pesquisa. Entretanto, ressaltamos duas constatações: (1) O professor deve proporcionar ao estudante um ambiente de aprendizagem no qual o mesmo tenha subsídios para escolher as

ferramentas adequadas para desenvolver e aprimorar suas habilidades matemáticas²⁶; (2) A proposta de um cenário para investigação, baseado na intencionalidade dos estudantes, evidencia a aceitação dos estudantes para explorar o contexto, bem como a efetividade da prática proposta²⁷.

²⁶ Constatação baseada na movimentação entre os ambientes de aprendizagem, durante o desenvolvimento das atividades propostas.

²⁷ Constatação baseada nas considerações descritas pelos estudantes na atividade da última etapa (Etapa 3).

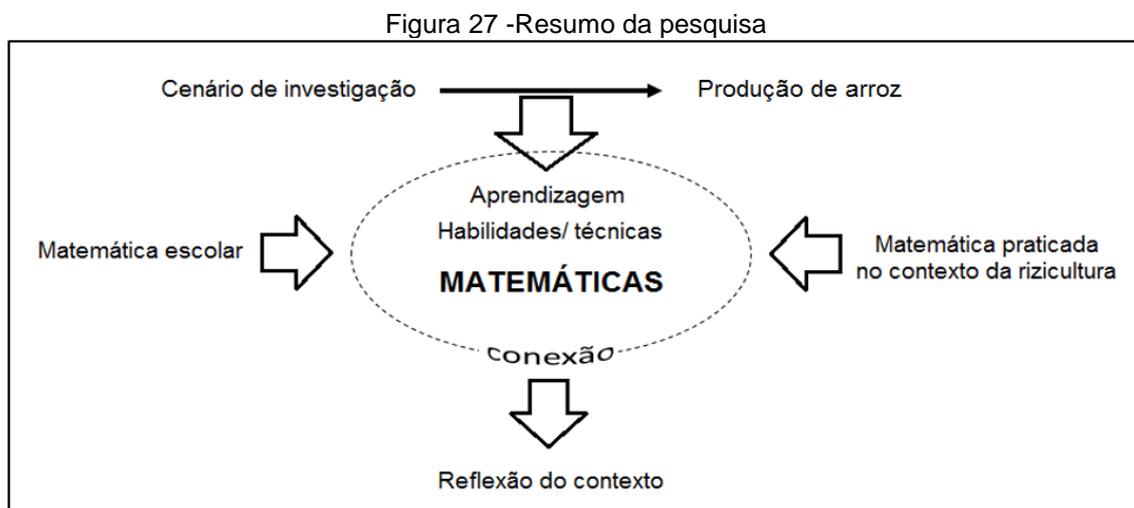
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática abordada nessa dissertação surgiu de uma preocupação minha, quanto a aprendizagem matemática vinculada à realidade dos estudantes, em um contexto de produção de arroz e de uso de agrotóxicos.

Como professora de Matemática, entendia que a metodologia tradicional de ensino, apoiada em aulas expositivas e resolução de exercícios, havia se esgotado. A sala de aula e, conseqüentemente, as aulas de Matemática, não estão isoladas de questões que afligem a comunidade e os estudantes que dela fazem parte. São muitas as questões que perpassam os muros da escola. No município de Jacinto Machado, a questão dos agrotóxicos parecia adormecida, porém ressurgiu ao explorar o contexto da produção de arroz e intensificou-se com as ações do Projeto Geoparque que estavam sendo realizadas na escola em que ocorreu esta pesquisa.

Quando ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da UFRGS, estava convicta em desenvolver uma pesquisa considerando o contexto da produção de arroz. Mesmo com muitas dificuldades em me manter no curso, chego às considerações finais desta pesquisa. E entendo que, proporcionei aos estudantes participantes aprenderem conceitos matemáticos presentes na realidade em que vivem, ao mesmo tempo em que a Matemática ajudou a compreender e refletir sobre aspectos dessa realidade.

Na Figura 27, apresento um esquema que resume, de modo geral, a pesquisa descrita nessa dissertação.



Fonte: Autora, 2020.

As ideias da Etnomatemática auxiliaram na compreensão da realidade dos estudantes. Como podemos observar na Figura 27, há o encontro da Matemática da sala de aula com a Matemática utilizada em atividades cotidianas. As ideias da Educação Matemática Crítica, por sua vez, auxiliaram na maneira de como proporcionar a reflexão do tema por meio da Matemática. A prática de sala de aula adotada, definida por Skovsmose (2000) como cenários para investigação, ofereceu suporte para estruturar o cenário de investigação durante a implementação das atividades. A estruturação está baseada na intencionalidade dos estudantes e nos seus anseios quanto a aspectos da realidade em que vivem.

A sequência de atividades teve por intuito explorar a produção de arroz na Região Sul do Brasil, no Estado de Santa Catarina e, mais especificamente, no município de Jacinto Machado. Os aspectos vinculados ao contexto agrícola do município surgiram entre os estudantes, que por meio de constatações matemáticas, expressaram suas opiniões e reflexões.

Quanto aos objetivos elencados para esta pesquisa na página 14, discutirei as evidências que permitem afirmar que os objetivos foram alcançados parcial ou totalmente.

O primeiro objetivo foi contextualizar o processo de ensino da Matemática na rizicultura, que entendo ter sido contemplado pela prática proposta. Como mencionado, a base econômica do município de Jacinto Machado é a rizicultura. Todos os estudantes, especialmente os participantes da pesquisa, são conhecedores da cultura do arroz. Entretanto, a contextualização no sentido de visualizar e compreender a aplicabilidade da Matemática foi notória no grupo de estudantes os quais possuem familiares rizicultores. Sobre o grupo de estudantes que não tem contato direto com a produção de arroz, pude constatar que, segundo as ideias de Skovsmose (2000), mesmo o ambiente de aprendizagem sendo com referências à realidade, ocorreu a transividade entre os ambientes de aprendizagem, ou seja, estes estudantes realizaram as atividades não somente focando no cenário para investigação com referência na realidade, mas sobretudo com referência na semirrealidade, uma vez que eles não têm a vivência da produção de arroz que os outros possuem.

O segundo objetivo elencado foi analisar a aprendizagem dos estudantes neste contexto. Mesmo os estudantes que realizaram algumas atividades como uma simples resolução de problemas (justamente pelo fato de não terem contato direto com a

produção de arroz), compreenderam a aplicabilidade da Matemática em uma atividade real, ou seja, na principal atividade agrícola do município. É preciso destacar que, embora estes estudantes não estivessem vinculados diretamente à produção de arroz, vivem em uma comunidade em que todos estão expostos às consequências (econômicas, ambientais, etc) da rizicultura. Para os demais estudantes, principalmente os estudantes que têm contato direto com a produção de arroz, observei que os mesmos apresentaram de certo modo habilidades/técnicas matemáticas para estabelecerem conexões entre as linguagens matemáticas da sala de aula com a utilizada no cotidiano da produção de arroz.

O terceiro objetivo destacado foi oportunizar aos estudantes, por meio da Matemática, a reflexão sobre a realidade em que vivem. Seria precipitado afirmar que este objetivo foi totalmente alcançado. Entretanto, a questão dos agrotóxicos foi amplamente discutida durante as atividades. Ressalto que, as discussões não se limitaram apenas à rizicultura, mas a problemas evidenciados em outras culturas bem como em reportagens sobre o problema. A constatação por meio da Matemática, sobre o percentual de agrotóxico que muitas vezes é aplicado a mais, foi compreendida pelos estudantes como uma irresponsabilidade do rizicultor. As considerações sobre a situação se acentuaram com a construção do gráfico da meia vida do herbicida 2,4D. Os estudantes concluíram: “*estamos calculando a meia vida de um herbicida, imagina os outros*”; “*se o veneno já é prejudicial à saúde na quantidade certa, imagina o que se coloca a mais*”. Expressões como estas permitem afirmar que os estudantes utilizaram a Matemática para entender e refletir sobre a realidade em que vivem.

Os objetivos estabelecidos para o desenvolvimento da pesquisa foram de alguma forma contemplados, auxiliando na busca pela resposta da questão central desta pesquisa: de que maneira a aprendizagem matemática pode contribuir para uma reflexão dos estudantes sobre o contexto da rizicultura?

A prática de sala de aula proporcionou aos participantes da pesquisa explorar um contexto em que eles possuem contato (de forma direta ou indireta) cotidianamente. O fato de compreender a aplicabilidade da Matemática da sala de aula em atividades do dia a dia possibilitou aos estudantes a comparação dos “números” e “gráficos” com valores reais da produção de arroz local ou familiar. Os conceitos matemáticos mobilizados para explorar o contexto por meio da Matemática foram surgindo entre os estudantes, o que proporcionou a eles, por meio das

constatações matemáticas, expressarem suas opiniões, elaborar hipóteses e estabelecer conexões entre a linguagem matemática utilizada na produção de grãos com a matemática escolar.

As constatações por meio da Matemática levaram os estudantes a compreender que nem sempre há uma única representação possível em Matemática. Quanto à reflexão sobre o contexto do município, os estudantes expressaram preocupação com meio ambiente e com a saúde humana ao perceberem o percentual de alguns agrotóxicos que é aplicado a mais, bem como o resíduo do agrotóxico que fica no solo, verificado com a construção do gráfico da meia vida. Os estudantes compreenderam e manifestaram sua percepção de que “*construímos o gráfico para apenas um herbicida*”; “*E os outros agrotóxicos que são utilizados no arroz e em outras culturas*”; “*O solo está saturado, professora*”. Com manifestações deste tipo, posso afirmar que a questão central deste estudo foi contemplada.

É importante ressaltar, que mesmo não abordando o Projeto Geoparque nas atividades, o mesmo surgia e impulsionava as discussões sobre o meio ambiente. As ações do Projeto, que visa a preservação ambiental e ações sustentáveis eram confrontadas com a realidade agrícola do município, principalmente no aspecto da utilização de agrotóxicos.

Ainda sobre o desenvolvimento da pesquisa é importante destacar que, a implementação da sequência de atividades ocorreu em um ambiente no qual os estudantes discutiram sobre as questões, compararam e analisaram resultados e em muitas situações foram auxiliados pelos recursos tecnológicos. A sala de informática foi utilizada para buscar informações sobre a safra de arroz 2018/2019, no site da CONAB e, posteriormente, os estudantes acharam melhor realizar a pesquisa em seus próprios celulares e, quando necessário, também utilizavam a calculadora do mesmo.

A pesquisa não tem como foco o uso de tecnologia, mas para o seu desenvolvimento os recursos tecnológicos foram ferramentas essenciais. Para estudos ou pesquisas futuras fica a intenção de abordar uma temática semelhante por meio da tecnologia, com intuito de trabalhar conceitos de Geometria, porém abordando o conceito de área e até mesmo uma outra questão problemática, que são as matas ciliares.

Ao finalizar a pesquisa, surgem ideias do que poderia ter sido realizado. Quanto as análises, devido aos objetivos e a questão norteadora da pesquisa, as concepções

teóricas abordadas foram apropriadas para o desenvolvimento desta dissertação. Porém, com análises, observei que as ideias da Teoria de Registros de Representação Semiótica também podem auxiliar em estudos com esta temática, pois ficou evidente os tratamentos e conversões em algumas atividades desenvolvidas pelos estudantes

A Educação Matemática necessita de pesquisas que contribuam para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa desenvolvida é específica de uma região agrícola marcada por seus costumes culturais. Entretanto, a Matemática é parte deste contexto, como de qualquer outro contexto. Observamos a sua importância quando exploramos o contexto por meio dela e verificamos que a Matemática é uma linguagem que permite interpretar a realidade e, por meio dela, formular nossas próprias concepções.

Finalizo estas considerações com uma reflexão: A pesquisa leva-nos a buscar caminhos alternativos para lecionar, pois não há uma maneira correta ou errada. O que ocorrem são adaptações na busca de aprimorar o ensino com vistas a aprendizagem. Segundo D' Ambrosio (2009, p.46-47) “a proposta pedagógica da Etnomatemática é fazer da Matemática algo vivo, lidando com situações reais[agora] e no espaço[aqui]. E, através da crítica, questionar o aqui e agora.” A educação de qualidade é o caminho para uma sociedade mais justa, que priorize as pessoas e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ARROZ IRRIGADO: **RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DA PESQUISA PARA O SUL DO BRASIL** – Farroupilha, RS – Cachoeirinha: SOSBAI (Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado), 2018, 205p.

BACK, Á.J; DESCHAMPS, F.C; SANTOS, M.G.S.; **Ocorrência de agrotóxicos em águas usadas com irrigação de arroz no sul de Santa Catarina**. RBCIAMB, n.39, pg.47-58. 03/2016.

BIOTTO FILHO, D. **O desenvolvimento da matemacia no trabalho com projetos**. Universidade Estadual Paulista. 2008. 100p. (Dissertação/Mestrado).

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**- São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BOMBARDI, L. M. **Violência Silenciosa: o uso de Agrotóxicos no Brasil**. Anais do VI Simpósio Internacional de Geografia Agrária: Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013.

CÂMARA, D. **Monitoria na escola do campo: alunos ajudando alunos na aprendizagem da matemática**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, 2017, 102p.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V.1, n.1 (2013) Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>. Acesso em: 25 maio. 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **A CULTURA DO ARROZ**. Organizador Aroldo Antonio de Oliveira Neto. Brasília, 2015. 180p.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: da teoria à prática**. 23ª ed. Campinas - SP: Papyrus, 2012.

EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. INFOAGRO Disponível em: <http://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-vegetal>. Acesso em: 25 maio. 2019.

EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2017-2018**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 1976, v.1.

FÁVARO, Y.B.; KRÜGER. G. C. **Degradação do herbicida 2,4-d (ácido diclorofenoxiacético) via radiação uv.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa-PR, 2018. 50p. (Trabalho de conclusão de curso)

FERREIRA, L.A. **A MATEMÁTICA FINANCEIRA DO ENSINO MÉDIO E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO DA CAFEICULTURA.** Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais, 2016, 72p.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.** 3. ed. rev. Campinas-SP: Autores associados, 2009.

Fontanella, H.; **Jacinto Machado: Capital da Banana.** 2º edição, 2011.

FREITAS, B.M.C.; BOMBARDI, L. M. **A política nacional de irrigação e o uso de agrotóxicos no Brasil: contaminação e intoxicações no Ceará.** GEOgraphia- Nterói (RJ). Vol. 20, n. 43, mai./ago. – 2018.

GASPARINI, M. F; VIEIRA, P. F. **A (in)visibilidade social da poluição por agrotóxicos nas práticas de rizicultura irrigada: síntese de um estudo de percepção de risco em comunidades sediadas na zona costeira de Santa Catarina.** Desenvolvimento e Meio Ambiente. Editora UFPR. n. 21, p. 115-127, jan./jun. 2010.

GIONGO, I.M.; WANDERER. F. **Etnomatemática, jogos de linguagem e o programa escola ativa.** REMATEC. Ano 8, n.13, Natal (RN), mai./ ago. - 2013.

GODOY, M.; BINOTTO, R.B.; WILDNER, W. **Geoparque Caminho dos Cânions do Sul (RS/SC) Proposta.** Relatório Técnico. Projeto Geoparques. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

KNIJNIK, G. *et al.* **Etnomatemática em movimento.** 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

KNIJNIK, G.; GIONGO.I.M.; **Educação matemática e currículo escolar: um estudo das matemáticas da escola estadual técnica agrícola de Guaporé.** ZETETIKÉ - Cempem-FE – Unicamp. V.17, n.32, jul /dez – 2009.

LAPPE, D. **Transformações nas concepções de alunos do ensino médio técnico sobre matemática e agricultura.** Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Chapecó-SC. 2018, 95p.

PASSOS, M. C.; **Etnomatemática e a educação matemática crítica: conexões, teóricas e práticas.** Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2008. 150p. (Dissertação, Mestrado).

REIS, J. F.; **Etnomatemática, Educação Matemática Crítica e Pedagogia Dialógico-Libertadora: contextos e caminhos pautados na realidade sociocultural dos alunos.** Universidade Federal de Goiás, 2010. 146p. (Dissertação/ Mestrado).

RIBEIRO, E.M.P; **Rizipiscicultura: lucro para o agricultor, ganho para o meio ambiente.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. 162p. (Dissertação/Mestrado).

SELLA, A. A. **Modelagem Matemática na Educação Básica.** Universidade Federal de Mato Grosso-UFMG, Cuiabá-MT. 2016, 63p.

SKOVSMOSE, O. **Cenários para investigação.** Bolema - Boletim de Educação Matemática. Ano 13, n. 14, Rio Claro, Departamento de Matemática, Unesp. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: A questão da democracia.** 2ª ed. Campinas, SP: Papirus,2004.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à Educação Matemática Crítica.** Tradução: Orlando Andrade Figueiredo. Campinas, SP: Papirus, 2014.

SUNG, C. L. *et al.* **O processo de governança na construção do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul – Brasil.** Caderno de Geografia Belo Horizonte, v. 29, n. 59, p. 1042 - 1063, 2019.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Celebrating Earth Heritage, Sustaining local Communities. França, 2016. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650e.pdf> Acesso: 10/2018.

WANDERER, F. **Escola e matemática escolar: mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã do Rio Grande do Sul.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2007. 228p. (Tese/Doutorado).

APÊNDICE A – Plano de aulas (ETAPA I)

IDENTIFICAÇÃO

Escola: Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta

Município: Jacinto Machado

Professora: Cristina Martins Paraol

Disciplina: Matemática

Série: 9º ano 2

Nível: Ensino Fundamental

Tempo estimado: 12 aulas (45min cada).

A PRODUÇÃO DE ARROZ E A MATEMÁTICA

CONTEÚDO

- ✓ Estatística (interpretação de gráficos e média aritmética);
- ✓ Porcentagem;
- ✓ Razão e proporção;
- ✓ Regra de três.

JUSTIFICATIVA

Este plano de aula tem por finalidade proporcionar a aprendizagem matemática por meio da realidade em que os alunos estão inseridos. O contexto da produção de arroz é um ambiente em que a Matemática é uma ferramenta insubstituível para realizar as tarefas do cotidiano.

OBJETIVOS

- ✓ Interpretar os gráficos;
- ✓ Realizar os cálculos necessários para averiguar os dados fornecidos;
- ✓ Converter medidas de massa;
- ✓ Comparar os resultados referente a produtividade.

PROCEDIMENTOS (planejamento)

ATIVIDADE 1 (2 aulas)

Tema: Produção de arroz na Região Sul do Brasil

- a) O que se pode afirmar sobre a produção de arroz nos estados que compõem a Região Sul do Brasil?
- b) Defina: sistema de cultivo de arroz irrigado convencional.

ATIVIDADE 2 (6 aulas)

Tema: A Região Sul do Brasil é a maior produtora de arroz

Para averiguar tal afirmação, realize uma pesquisa no site da Companhia Nacional de Abastecimento Conab, no portal de informações agropecuárias > safras > grãos – série histórica.

- a) Com base na análise dos gráficos, determine a área plantada (hectares), a produção (toneladas) e produtividade (toneladas/hectare) do arroz convencional cultivado nos estados que compõem a região sul do Brasil:
 - ✓ Rio Grande do Sul;
 - ✓ Santa Catarina;
 - ✓ Paraná.
- b) Com base na análise dos gráficos, qual a razão que define o valor numérico da produtividade? Qual o estado destaque em produtividade?
- c) Na região Sul, geralmente o arroz é comercializado em sacas de 50kg, realize os cálculos necessários e determine a quantidade de sacas por hectare dos três estados?
- d) Considerando os resultados obtidos no item c, qual a média de produtividade de arroz em sacas de 50 kg na região sul do Brasil? O que se podemos concluir considerando a média da região com o estado destaque em produtividade?
- e) Se o estado que destina a maior área (hectares) para o cultivo do arroz, fosse destaque na produtividade, quanto isso representaria a mais em produção para o estado?

- f) Com base na análise do gráfico de área plantada dos estados da região sul, o que se pode concluir do estado do Rio Grande Sul comparado aos Estados de Santa Catarina e Paraná?
- g) A diferença entre a estimativa da área plantada a nível nacional para a área da região Sul, e de aproximadamente 557000 hectares. Qual seria a produtividade necessária desta área, para a produtividade nacional se igualar a média de sacas (50 kg) por hectare da região sul?

ATIVIDADE 3 (4 aulas)

Tema: A representatividade do município de Jacinto Machado na produção de arroz

O município de Jacinto Machado localizado no extremo Sul de Santa Catarina é um dos principais produtores de arroz da região, na safra de 2018/2019, segundo estimativas da Epagri, o município destinou cerca de 7200 hectares para o cultivo do arroz irrigado convencional. No site da Epagri, na aba serviços (INFOAGRO) > Produção vegetal > produção municipal, é disponibilizado os dados referente as safras de Santa Catarina. Obtenha as informações solicitadas nas questões sobre a safra de arroz 2018/2019, do município de Jacinto Machado.

- a) Com base nos dados apresentados no site, qual a produção de arroz do município na safra 2018/2019?
- b) Determine a produtividade de arroz por hectare em sacas de 50 kg do município de Jacinto Machado?
- c) Comparando a produtividade do estado de SC com a produtividade do município de Jacinto Machado, o que se pode concluir (numericamente)?
- d) Se a produtividade do município fosse 10 sacas (50 kg) acima da média estadual, quanto isso representaria a mais na produção do município na safra de 2018/2019?

- e) Qual a representação do município de Jacinto Machado, referente a área plantada no estado?

RECURSOS

- ✓ Atividades impressas;
- ✓ Sala de informática ou os celulares dos alunos;
- ✓ Calculadora.

REFERÊNCIAS

CASTRUCCI, B. GIOVANNI, J.JR. **A Conquista da Matemática**. 9º ano- ed. Renovada-São Paulo, 2009.

VASCONCELLOS, M. J. ANDRINI, Á. **Praticando Matemática**. 9ºano. Ed. Renovada-São Paulo, 2015.

<https://www.conab.gov.br/> (25/05/2019)

<https://www.epagri.sc.gov.br/> (25/05/2019)

APÊNDICE B – Plano de aulas (ETAPA II)

IDENTIFICAÇÃO

Escola: Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta

Município: Jacinto Machado

Professora: Cristina Martins Paraol

Disciplina: Matemática

Série: 9º ano 2

Nível: Ensino Fundamental

Tempo estimado: 8 aulas (45min cada).

INVESTIMENTO EM INSUMOS NA PRODUÇÃO DE ARROZ DO MUNICÍPIO DE JACINTO MACHADO

CONTEÚDO

- ✓ Função Polinomial do 1º grau;
- ✓ Comparação (porcentagem);
- ✓ Conceito de função exponencial;
- ✓ Construção de gráfico de uma função exponencial.

JUSTIFICATIVA

Este plano de aula tem por finalidade proporcionar a aprendizagem Matemática por meio da realidade em que os alunos estão inseridos. O contexto da produção de arroz é um ambiente em que a Matemática é uma ferramenta insubstituível para realizar as tarefas do cotidiano.

OBJETIVOS

- ✓ Representar em uma função de 1º grau o investimento em agroquímicos;
- ✓ Realizar os cálculos necessários para averiguar os dados fornecidos;
- ✓ Construir e analisar os gráficos.

PROCEDIMENTOS (planejamento)

ATIVIDADE 1

O estado de Santa Catarina caracteriza-se por pequenas propriedades agrícolas, com mão de obra predominantemente familiar. O Extremo Sul do Estado é destaque na produção de arroz irrigado convencional.

O município de Jacinto Machado faz parte do Extremo Sul do Estado, e tem a maior parte do seu território destinado a rizicultura, junto com as indústrias de beneficiamento de arroz e as agropecuárias são responsáveis pela base econômica do município.

Observações: Na atividade 1, os itens a e b serão realizados extraclasse, a turma será dividida, de modo que uma parte dos alunos ficará responsável pela pesquisa e a outra parte pelas leituras das reportagens.

COLETA DE DADOS REFERENTE A SAFRA 2018/2019

>>>Realize uma pesquisa sobre o investimento em agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos) para produzir um hectare de arroz.

Instruções:

- ✓ Realize uma pesquisa sobre o investimento em agroquímicos com um rizicultor (pais, tios, avós...vizinhos);
- ✓ Faça uma coleta de dados referente ao investimento em agroquímico (fertilizantes e agrotóxicos) para produção de um hectare de arroz.

Tabela: Dados referentes ao investimento em agroquímicos por hectare.

INSUMOS		Tipos	Quant./hectare	Quant./aplicação	Valor/hectare
FERTILIZANTES		Adubo			
		Ureia			
AGROTÓXICOS	HERBICIDA				
	FUNGICIDA				

	INSETICIDA				
	PESTICIDA				
Total investido por hectare:					

QUESTIONÁRIO

1. Fazendo uma análise dos últimos 15 anos, quais as tecnologias que melhoraram a produção de arroz?
2. Quanto a utilização dos agroquímicos, qual a sua visão?
3. Quais as principais dificuldades enfrentadas no cultivo do arroz atualmente?
4. Quais as medidas que você adota para contribuir com a preservação do meio ambiente?
 - a) Leitura de artigos e reportagens sobre os problemas causados pelos agrotóxicos.

Na sequência os links com o endereço das reportagens e os artigos que serão disponibilizados para os alunos (impresso). Os mesmos devem elencar os principais pontos dos textos (sublinhando no próprio texto ou escrevendo em uma folha).

<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2019/03/22/estudo-encontra-residuos-de-agrotoxicos-na-agua-de-22-municipios-de-sc.ghtml>

<https://exame.abril.com.br/brasil/1-em-4-municipios-tem-coquetel-com-agrotoxicos-na-agua-consulte-o-seu/>

<https://www.larissabombardi.blog.br/artigos>

ATIVIDADE 2 (5 aulas)

Tema: Os agroquímicos utilizados na produção de Jacinto Machado

- a) Com base nos dados coletados (tabela da atividade 1), determine a função que representa a relação entre o investimento em agroquímicos e os hectares.
- b) Considerando a característica da agricultura familiar em SC, vamos supor uma propriedade com 16 hectares destinados a rizicultura. Com base na função do item a, qual o investimento (R\$) em agroquímicos nesta propriedade? Apresente o gráfico.
- c) Realize uma comparação (tabela atividade 1) entre a quantidade de agrotóxico (herbicidas) aplicado pelo agricultor *versus* a quantidade “máxima” estipulada na bula do agrotóxico. Caso a aplicação dos agrotóxicos extrapole os limites indicado na bula, apresente a conclusão? (Análise para 1 hectare de arroz)

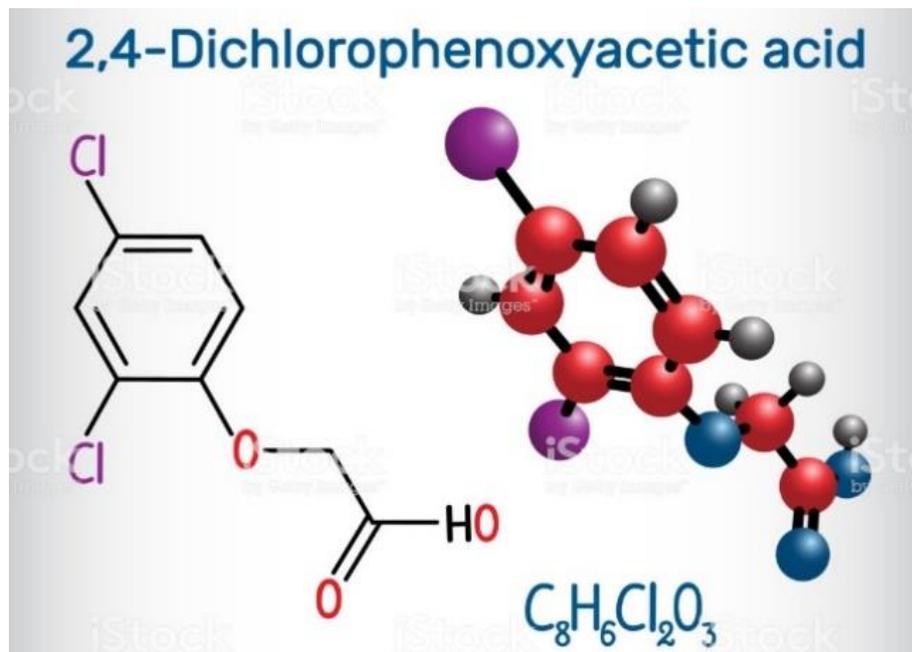
HERBICIDAS			
Agrotóxico	Dose aplicada pelo rizador	Dose máxima estipulada na bula do agrotóxico	Conclusão da análise

- d) **Vamos considerar um pulverizador de barras para trator de 600 litros, o herbicida “Basagran 480” e a propriedade de 16 hectares.** Para pulverizar um hectare de arroz a mistura/calda de (água+herbicida) fica na média de 200 litros. Apresente graficamente e numericamente a diferença entre a quantidade estipulada na bula do agrotóxico “**Basagran 480**” e os 2 litros aplicado pelo agricultor para eliminar a “erva-de-bicho”. Analisando o gráfico o que se pode concluir?
- e) Geralmente o ciclo do arroz gira em torno de 120 dias. Com base nesta afirmação, descreva sobre “intervalo de segurança”. Sobre os herbicidas analisados no item c, possui “intervalo de segurança” (apresente)? Os rizardores respeitam os “intervalos de segurança”?

ATIVIDADE 3 (3 aulas)

Tema: Herbicidas que têm na composição 2,4D

Segundo Fávoro e Krüger (2018), o herbicida foi desenvolvido na Segunda Guerra Mundial, e também foi utilizado na Guerra do Vietnã. Junto com outro composto ficou conhecido como agente laranja, utilizado pelo exército dos Estados Unidos para desfolhar as florestas vietnamitas e encontrar os inimigos de guerra.



Molécula do 2,4D

Observações:

- ✓ Ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) é o nome do princípio ativo encontrado na composição de alguns herbicidas;
- ✓ O 2,4-D controla essencialmente as ervas daninhas de folhas largas, como por exemplo: corda-de-viola ou corriola, leiteira ou amendoim-bravo, guanxuma, poaia, serralha, erva-quente, entre outras;
- ✓ No Brasil, herbicidas com a composição 2,4-D só podem ser utilizados nas seguintes culturas: soja (em pré-plantio), milho, cana-de-açúcar, café, trigo, aveia, centeio, arroz e pastagens formadas;
- ✓ Alguns Herbicidas comercializados no Brasil que têm em sua composição o 2,4-D: DMA, Nortox e AMINOL 806.

- 1) Vamos considerar a seguinte hipótese: **“Uma área, precisamente um hectare, recebe pela primeira vez uma aplicação de um herbicida que tem em sua composição o 2,4D.”**

Dados: 800g/L de 2,4D com meia vida de 10 dias.

- a) Construa o gráfico do resíduo de 1,5 litros do herbicida aplicado por hectare, a primeira aplicação ocorreu em agosto/2019 e após 2 meses a segunda aplicação, ou seja, em outubro/2019.
- b) Descreva o que você compreendeu, tendo como base a construção do gráfico e a degradação do herbicida composto pelo 2,4D.

RECURSOS

- ✓ Atividades impressas;
- ✓ Sala de informática ou os celulares dos alunos (grupo no WhatsApp);
- ✓ Calculadora.

REFERÊNCIAS

FÁVARO, Y.B.; KRÜGER. G. C. **Degradação do herbicida 2,4-d (ácido diclorofenoxiacético) via radiação uv**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa-PR, 2018. 50p. (Trabalho de conclusão de curso)

<http://www.agrolink.com.br/> (10/06/2019)

<https://www.istockphoto.com/br/vetor/2-4-diclorofenoxiac%C3%A9tico-o-%C3%A1cido-mol%C3%A9cula-modelo-de-f%C3%B3rmula-e-mol%C3%A9cula-qu%C3%ADmico-gm1096462756-294410314> (15/08/2019)

APÊNDICE C – Plano de aula (ETAPA III)

IDENTIFICAÇÃO

Escola: Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta

Município: Jacinto Machado

Professora: Cristina Martins Paraol

Série: 9º ano 2

Tempo estimado: 2 aulas (45min cada).

Disciplina: Matemática

Nível: Ensino Fundamental

COMPREENDENDO A REALIDADE POR MEIO DA MATEMÁTICA

JUSTIFICATIVA

Este plano de aula tem por finalidade proporcionar a aprendizagem matemática por meio da realidade em que os alunos estão inseridos. O contexto da produção de arroz é um ambiente em que a Matemática é uma ferramenta insubstituível para realizar as tarefas do cotidiano.

OBJETIVOS

- ✓ Escrever um texto considerando as atividades realizadas.

ATIVIDADE (2 aulas)

1. Escreva um texto dissertativo sobre o tema: **Compreendendo a realidade por meio da Matemática**, que contemple os questionamentos abaixo, considere as atividades das aulas de matemáticas, o seu conhecimento e a sua reflexão sobre a realidade do município.

- ✓ Qual a sua compreensão da produção de arroz por meio da Matemática?
- ✓ Por meio das atividades matemáticas desenvolvidas, qual a sua reflexão sobre os agrotóxicos?
- ✓ Qual a sua percepção sobre o projeto “Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul” no considerando o contexto agrícola da região?

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo estudante _____, da turma do 9º vespertino, da Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta declaro, por meio deste termo, que concordei com a participação do estudante na pesquisa intitulada “**O processo de ensino em matemática em um contexto agrícola**”, desenvolvida pela pesquisadora Cristina Martins Paraol. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada e orientada pelo professor Dr. Vandoir Stormowski, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, pelo e-mail vandoir.stormowski@ufrgs.br.

Tenho ciência de que a participação do estudante não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- ✓ Contextualizar o processo de ensino da matemática na rizicultura;
- ✓ Analisar a aprendizagem dos alunos neste contexto;
- ✓ Favorecer aos alunos a partir do ensino de Matemática uma reflexão sobre as questões relacionadas com meio ambiente;

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) serão apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, etc.), sem a identificação dos alunos.

A colaboração de cada estudante se fará por meio de entrevista/questionário, bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos, obtidas durante a participação do estudante, autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como: artigos científicos, palestras, seminários etc., sem identificação. A colaboração do estudante se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar a pesquisadora responsável pelo e-mail cristinaparaool@gmail.com.

Fui ainda informado(a) de que o estudante pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Jacinto Machado, 13 de setembro de 2019.

Assinatura do Responsável: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Assinatura do Orientador da pesquisa: _____

ANEXO B**TERMO DE ASSENTIMENTO**

Eu, _____, aluno(a) da turma do 9º vespertino, da Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta, aceito participar do projeto intitulado, “**O processo de ensino em matemática em um contexto agrícola**”, realizado pela professora e pesquisadora Cristina Martins Paraol. Eu autorizo o uso dos dados, que eu produzi durante o estudo, em futuros trabalhos acadêmicos.

Jacinto Machado, setembro de 2019.

Aluno(a)

Cristina Martins Paraol

ANEXO C**AUTORIZAÇÃO**

A Escola Municipal de Educação Básica Albino Zanatta, localizada na cidade de Jacinto Machado SC, neste ato representada pela direção por intermédio do presente instrumento, autoriza Cristina Martins Paraol, brasileira, casada, estudante e professora, portadora do RG: -----, a utilizar o projeto: **“O processo de ensino em Matemática em um contexto agrícola”** em futuros trabalhos acadêmicos, inclusive em artigos e dissertação, necessários para a obtenção de grau de Mestre em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A autorizada, por sua vez, obriga-se a manter em absoluto sigilo a identidade dos discentes que participarem do projeto.

Jacinto Machado, setembro de 2019.

Direção

Cristina Martins Paraol