



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
MARIANA PIAZZA

MODELAGEM MATEMÁTICA:
POSSIBILIDADES NO ESTUDO DA CULTURA DE PLANTIO DO ARROZ
IRRIGADO DO SUL DE SANTA CATARINA.

Palhoça/SC

2022

MARIANA PIAZZA

**MODELAGEM MATEMÁTICA:
POSSIBILIDADES NO ESTUDO DA CULTURA DE PLANTIO DO ARROZ
IRRIGADO DO SUL DE SANTA CATARINA.**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática – Licenciatura da Universidade do Sul de Santa Catarina, Unidade Virtual de Palhoça como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Msc. MARIO SELHORST

Palhoça/SC

2022

MARIANA PIAZZA

**MODELAGEM MATEMÁTICA:
POSSIBILIDADES NO ESTUDO DA CULTURA DE PLANTIO DO ARROZ
IRRIGADO DO SUL DE SANTA CATARINA.**

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

Palhoça, 24 de Junho de 2022.

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

Prof. José Humberto Dias de Toledo, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Dalmo Gomes de Carvalho, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico a Deus, que me deu esperança e força para continuar nos momentos difíceis, e aos meus pais que, com palavras e ações me ajudaram a ser tudo que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

Agradeço aos meus pais, Emerson Piazza e Cleonice Galatto Pasini Piazza, por todo apoio motivacional, confiança, paciência e sustentabilidade financeira depositadas a mim até chegar esse momento.

Agradeço a minha irmã, Sofia Piazza, pela troca de experiência e paciência, e ao meu namorado, Gustavo Billieri, pela dedicação, e pela compreensão nos momentos de ausência.

Agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado e, em especial ao meu orientador, o professor Dr. Mário Selhorst.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (Albert Einstein).

RESUMO

O presente trabalho aborda a prática da Modelagem Matemática, com a interação da Etnomatemática, trazendo a cultura do plantio de arroz na concepção do Ensino Matemático. Destacando algumas considerações do campo, aplicável em sala de aula, por meio da mitigação do crescimento do arroz irrigado do Sul do Estado de Santa Catarina. A perspectiva de Modelagem foi realizada tendo Bassanezi (2006) como principal referencial teórico, bem como o complemento do mesmo, a etnomatemática, referenciada por Ubiratan D'Ambrosio, além da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), quando tratado do crescimento do arroz. Tendo-se por objetivo possibilitar reflexões sobre a importância de considerar o meio cultural do aluno, pois aprender vai além dos conceitos comumente aplicados em sala de aula. De tal modo, foram realizadas pesquisas bibliográficas e um estudo do crescimento do arroz considerando toda a janela de produção, de modo a aplicar uma situação-problema na prática. Como resultados, aponta-se o desenvolvimento da modelagem matemática do crescimento da planta e, também, média móvel no contexto do estudo da matemática, contribuindo para a formação integral em seus aspectos sociais, culturais, críticos e relacionais.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Arroz irrigado. Etnomatemática.

ABSTRACT

The work approaches the practice of Mathematical Modeling, with the present interaction of the participation of the rice planting culture, creation of Mathematics Teaching. Highlighting some field considerations, applicable in the classroom, through the mitigation of the growth of irrigated rice in the south of the state of Santa Catarina. The Modeling perspective was taken as the main theoretical reference Bassanezi (2006), as well as its complement to ethnomathematics, the reference is Ubiratan D'Ambrosio, and when dealing with rice growth, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). With the objective of making it possible to think about the importance of considering the cultural environment of the student, as he will learn goes beyond the concepts commonly applied in the classroom. In this way, bibliographic research and a study of growth growth were carried out considering the entire production window, in order to apply a problem-situation in practice. As a result, the development of the mathematics of plant growth, and also, the mobile media the context of the study of mathematics, was not disclosed for the integral formation in social, cultural, relational aspects.

Keywords: Mathematical Modeling. Irrigated rice. Ethnomathematics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fase fenológica do arroz	18
Figura 2– Fase de germinação	50
Figura 3 – Fase reprodutiva do arroz.....	51
Figura 4 – Maturação do arroz	51
Figura 5 – Aferição do crescimento	52
Figura 6 – Colheita	52
Figura 7 – Transporte	53
Figura 8– Beneficiamento	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico do crescimento do arroz	35
Gráfico 2 - Modificação no Excel	38
Gráfico 3 - Gráfico da validação	39
Gráfico 4 - Média móvel	41
Gráfico 5 - Validação da média móvel.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coleta de dados	32
Tabela 2 – Crescimento da planta do arroz	34
Tabela 3 – Validação do Crescimento da planta do arroz	37
Tabela 4 – Validação do novo modelo Crescimento da planta do arroz	39
Tabela 5 – Média Móvel do crescimento da planta do arroz	40

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.3	JUSTIFICATIVAS	14
1.4	OBJETIVOS	14
1.4.1	Objetivos específicos	15
1.5	TIPO DA PESQUISA	15
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	RIZICULTURA E AS RELAÇÕES COM A SOCIEDADE	17
2.1.1	O cultivo do arroz.....	18
2.1.1.1	Preparo do solo	19
2.1.1.2	Semeadura	19
2.1.1.3	Adubagem.....	20
2.1.1.4	Água	20
2.1.1.5	Colheita.....	21
2.1.1.6	Transporte e Beneficiamento.....	21
2.2	CONCEPÇÕES E TENDÊNCIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA.....	22
2.3	ETNOMATEMÁTICA NO CAMPO	23
2.4	FUNDAMENTOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA	24
2.5	ETNOMATEMÁTICA X MODELAGEM MATEMÁTICA	24
2.6	ETAPAS PARA EXECUÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA	25
3	DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA	27
3.1	POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM	27
3.2	COLETA DE DADOS	27
3.2.1	Instrumentos para a coleta de dados.....	28
3.2.2	Procedimentos para a coleta de dados.....	28
3.3	TRATAMENTO DOS DADOS	28
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
4.1	ABORDAGEM EM SALA DE AULA	29

4.2	APLICAÇÃO DA MODELAGEM	31
4.2.1	Experimentação	31
4.2.2	Abstração	32
4.2.3	Resolução.....	33
4.2.4	Validação e Modificação.....	33
4.2.4.1	Exemplificando a experimentação e abstração.....	34
4.2.4.2	Exemplificando a resolução	35
4.2.4.3	Exemplificando a validação	37
4.2.4.4	Exemplificando a modificação	38
4.3	APLICANDO A MODELAGEM COM MÉDIA MÓVEL	40
4.3.1	Exemplificando a validação (Média móvel)	41
4.3.2	Exemplificando a modificação (Média móvel).....	42
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
6	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	ANEXOS.....	49
	ANEXO A – FOTOS	50
	ANEXO B – CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ARROZ	54

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O projeto de pesquisa tem como tema: Modelagem Matemática: Possibilidades no estudo da cultura de plantio do arroz irrigado do Sul de Santa Catarina, visando destacar a importância na Educação matemática, seguindo algumas etapas norteadoras. Tais etapas estão compreendidas no tema e delimitação do tema, na problematização e justificativa, mostrando a importância deste trabalho para o meio acadêmico e a sociedade em geral, nos objetivos que são as metas motivadoras deste projeto, na fundamentação teórica, bem como na delimitação metodológica.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

O projeto de estudo tem como tema a Modelagem Matemática, correlacionada com a Etnomatemática, ou seja, aplicação de conteúdos matemáticos voltados a cultura do plantio de arroz irrigado, que poderá ser vista no ensino e aprendizagem da matemática na Educação Básica.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Como a matemática está presente na cultura do plantio de arroz e pode contribuir para a construção dos conhecimentos matemáticos formais?

1.3 JUSTIFICATIVAS

Em um primeiro momento, refletiu-se sobre os filhos dos agricultores quando estudam matemática na escola se tem consciência de que a matemática está tão presente na prática do trabalho de seus pais (SILVA, 2020). Posto isso, analisou-se as possibilidades de fazer ligações entre Etnomatemática e os conteúdos escolares com o processo que ocorre durante o plantio do arroz irrigado, por meio da modelagem matemática.

Desse modo, a escolha da temática para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso se deu pela correlação existente na cultura do plantio de arroz com a Etnomatemática e Modelagem Matemática.

Vale ressaltar que a importância de fazer a ligação entre a sala de aula e o que está presente no cotidiano do aluno, não só com relação na matemática, mas de forma geral, no que possa proporcionar ao aluno um novo modo de observar o que está em sua volta, possibilitando motivação e orgulho de fazer parte de um determinado grupo, bem como a curiosidade para conhecer outros grupos ou comunidades próximas (ANDRADE, 2020).

É evidente que a modelagem matemática proporciona solucionar problemas aplicando o conceito matemático em situações do cotidiano, co-relacionando a sala de aula. O trabalho fará uso dos conceitos de funções para modelar o crescimento do arroz irrigado do Sul de Santa Catarina.

Justifica-se a interligação entre os conceitos teóricos da Modelagem Matemática e Etnomatemática: a primeira, o objeto do estudo se insere como uma tendência na educação matemática, possibilitando o desenvolvimento de modelos, a segunda, pelo fato de a literatura ter colocado a modelagem como metodologia daquela.

1.4 OBJETIVOS

Estudar o processo de produção da modelagem matemática relacionada ao crescimento do arroz irrigado do Sul de Santa Catarina, como alternativa para a aprendizagem matemática.

1.4.1 Objetivos específicos

- Descrever a cultura do plantio de arroz irrigado do Sul de Santa Catarina como parte importante do agronegócio, demonstrando as etapas produtivas do cultivo do arroz irrigado, para evidenciar sua importância.
- Investigar as articulações entre a rizicultura e a Etnomatemática, nas relações sociais com o ensino da matemática.
- Descrever a modelagem matemática como tendência no Ensino da Matemática.
- Propor ações metodológicas para o ensino e aprendizagem de matemática, adotando a modelagem matemática.

1.5 TIPO DA PESQUISA

Esse trabalho de pesquisa é de natureza exploratória, qualitativa, e aplicada, tendo como base a contextualização agrícola. Segundo Gil (2017), as pesquisas exploratórias mais comuns são os levantamentos bibliográficos, porém, em algum momento a maioria das pesquisas científicas passam por uma etapa exploratória, visto que o pesquisador busca familiarizar-se com o fenômeno que pretende estudar. Além disso, acompanhou-se gradativamente o crescimento da planta do arroz, com a aferição constante num período de 120 dias do seu comprimento com a análise em lote. Deste modo, atuará para o entendimento da cultura do arroz, buscando exploração das etapas produtivas dele.

A caracterização como pesquisa qualitativa se faz de acordo com Lakatos e Marconi (1991 apud COSTA, 2006), que consiste em investigações de pesquisa empírica cuja principal finalidade é a de delinear ou analisar características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas, o isolamento de variáveis principais ou chaves de uma dada investigação.

A base fundamental da pesquisa, ora apresentada, é a revisão de literatura no que concerne à Modelagem Matemática e a Etnomatemática, assim como, implicações e

proposições para o processo ensino-aprendizagem de matemática, utilizando-se de fontes secundárias que servirão como norte para a investigação do tema. Essas fontes são acervos bibliográficos, tais como: livros, revistas, jornais, monografias, teses, dissertações etc. Conclui-se que o tipo de pesquisa para este trabalho é caracterizado como uma pesquisa exploratória, qualitativa e bibliográfica.

O público-alvo desse projeto de pesquisa são os agricultores, na mitigação de seus hábitos, coletando dados para a construção de um modelo matemático. As amostras serão os dados coletados a partir do crescimento da planta do arroz no decorrer do tempo. Os instrumentos para a coleta de dados advêm de livros, artigos, monografias, dissertações, periódicos e jornais encontrados na internet de fontes confiáveis e com credibilidade. Acontecerá coleta de dados através da observação do crescimento da planta do arroz, por meio de pessoas responsáveis por fazer as considerações necessárias durante a coleta de dados com o percurso do tempo.

Com os dados levantados do crescimento da planta, um modelo de crescimento será modelado, justificando a evolução da planta com o tempo, por meio da plotagem dos dados coletados em *Excel*.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho de pesquisa divide-se em etapas construtivas. A primeira é a fundamentação teórica que terá o embasamento necessário para a compreensão do processo de plantio do arroz, bem como os requisitos necessários para o desenvolvimento da modelagem. A segunda etapa é a apresentação e discussão dos resultados obtidos apresentando o modelo desenvolvido, finalizando com as considerações finais da temática e suas referências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

A pesquisa deste trabalho será fundamentada em artigos e livros de autores conceituados, além de acrescentar argumentações, a fim de enriquecê-lo com discussões da linha de pesquisa. Abrangendo assim, várias informações para embasar a pesquisa de forma apropriada, proporcionando uma situação aplicável em sala de aula.

2.1 RIZICULTURA E AS RELAÇÕES COM A SOCIEDADE

O arroz, cujo nome científico é *Oryza Sativa*, é uma planta herbácea pertencente à família das gramíneas, destacando-se por ser um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. Seu cultivo é milenar. Historiadores acreditam que se originou na Ásia há cerca de 5.000 anos, seguindo para o continente da Europa e norte da África. Batizado como “*aruz*” na Espanha, para posteriormente ser levado para os árabes, até disseminar-se mundialmente. (TONETTO, 2009).

No Brasil, essa cultura surgiu por volta de 1904, no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul. Depois, a cultura chegou à Cachoeira do Sul, no mesmo estado, e, a partir de 1912, teve grande impulso graças aos locomóveis. Estes veículos, movidos a vapor, acionavam bombas de irrigação, o que facilitava a inundação das lavouras de arroz (PEREIRA, 2002 apud CONAB, 2015).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) 2022, o Brasil deverá alcançar a produção de 268,9 milhões de toneladas de alimentos, que representa 11,9 milhões de toneladas ou 4,6 % a mais do que a temporada de 2019/2020.

Para a região do Sul de Santa Catarina, o grão é responsável pela renda família de diversas famílias, representando uma parcela importante na economia local. Segundo a Secretaria de agricultura do Estado de Santa Catarina, 2022, “O estado é o segundo maior produtor de arroz irrigado do país e líder em produtividade. A média de produção no estado ficará em média de 8,2 t/h na safra 2021/22.

Nessa perspectiva, infere-se que falar sobre este cereal em salas de aula é remeter à vivência histórica e diária de inúmeras pessoas.

2.1.1 O cultivo do arroz

O arroz pode ser cultivado em dois grandes ecossistemas para a cultura, que são o de várzeas e o de terras altas (EMBRAPA, 2019). O ecossistema de várzeas consiste em uma irrigação controlada com a utilização de alto nível de tecnologia, diferente do de terras altas, onde o arroz pode ser cultivado com irrigação suplementar por aspersão ou sem irrigação, ou seja, a disponibilidade de água para a cultura é totalmente dependente da ocorrência de chuva.

Em Santa Catarina, destaca-se o método de sistema pré-germinado, cultivado em que a semente vai para o solo, já alagado, germinada, emitindo o broto, a radícula (pequena raiz) e o coleóptilo (parte aérea da planta). Em conclusão, o principal produto da agroindústria catarinense de arroz é o parboilizado (EMBRAPA, 2019).

Considerando esse processo de cultivo, destaca-se as seguintes etapas 1. Preparo do solo, 2. Semeadura, 3. Irrigação, 4. Adubagem, 5. Colheita. 6. Transporte e Beneficiamento do arroz. Na figura 1, tem a ocorrência do crescimento do grão na janela de cultivo setembro a abril.

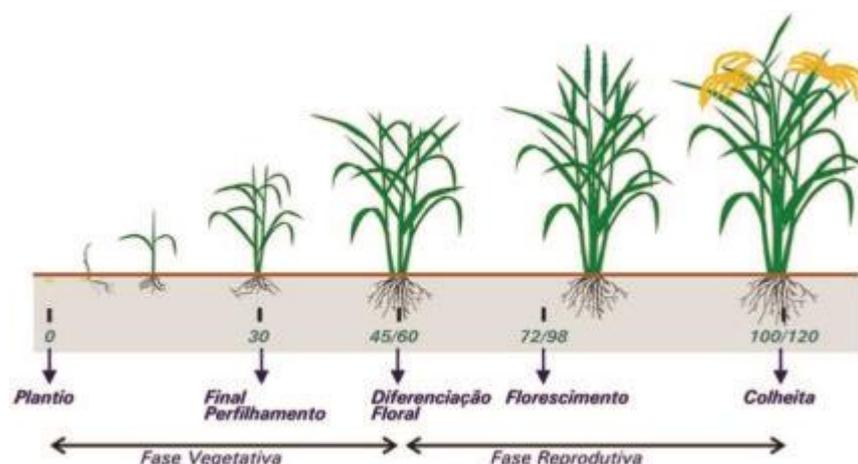


Figura 1 – Fases fenológicas do arroz

Fonte: adaptada de COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.L., A Uniform and adaptive system for expressing rice development Crop Science, Madison, 40:436-443. 2000.

2.1.1.1 Preparo do solo

Segundo a Embrapa (2019), o preparo do solo visa a melhoria das condições físicas e químicas para garantir a brotação, o crescimento radicular e o estabelecimento da cultura.

Existem diversos métodos de preparo do solo, diversificando conforme a necessidade do agricultor. Entretanto, algo que deve ser em comum antes de iniciarmos o preparo do solo, é uma análise minuciosa dos nutrientes encontrados nele.

No sistema pré-germinado, no quesito do solo, adotam-se quadros fixos com tamanho e forma adequados, regulares e em geral de pequenas dimensões (1 a 2 hectares), separados por “taipas” com irrigação e drenagem independentes.

O preparo do solo é realizado em duas etapas: a primeira consiste na retirada de plantas indesejadas de culturas, passadas através de arados, que vão rompendo o solo. A segunda é realizada para nivelar o solo, com a utilização de pranchões de madeira, deixando a superfície lisa.

2.1.1.2 Semeadura

Na semeadura o primeiro passo é a pré-germinação. Segundo a Sociedade Sul - Brasileira de Arroz (2014), começa com a hidratação das sementes em sacos porosos ou em tanques, pela imersão em água durante 24 a 36 horas. Após esse período, as sementes são retiradas da água e deixadas à sombra por igual período (24 a 36 horas), fase também conhecida como incubação. A duração dos períodos de hidratação e de incubação de sementes exige cuidado com a temperatura.

Desse modo, leva-se para o plantio, em média, são 3 sacas de (50kg) para cada hectare. Posteriormente, a semente é inundada com uma lâmina de água de 5cm entre 3 e 5 dias. Retirada a água, transcorre-se mais 3-5 dias, impedindo o afogamento e garantindo o enraizamento. À medida que a planta cresce, a lâmina de água é elevada em média de 5-15cm de altura.

2.1.1.3 Adubagem

A adubação garante o crescimento da planta, controle de ervas daninhas e possíveis doenças. Em aproximadamente 20, 70 e 90 dias do plantio do arroz, é feita a adubação juntamente com a utilização de herbicidas, para extrair plantas indesejadas como “o arroz vermelho”, capim, “chapéu de corro” ou até mesmo insetos. São usados juntamente produtos controladores de temperatura e pH.

Quando é feita a pulverização de produtos no arroz, sempre se retira a água, mantendo uma lâmina baixa de 5cm que, em seguida, é adicionada novamente. Para efetuar a pulverização deles normalmente são utilizados tratores chamados de “Chupa cabra”, com rodas que tornaram possível o deslocamento do trator sem danificar o plantio.

2.1.1.4 Água

No plantio de arroz o controle da água ditará uma boa colheita, fundamental em todo o processo, sua quantidade dependerá muito das características físico-químicas do solo, condições climáticas, duração do ciclo de cultivo, e manejo da água. Assim, considerando-se o ciclo médio, seriam necessários $6120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de água (EMBRAPA, 2019). A demanda de água é relacionada com o crescimento do grão. A exemplificar da seguinte forma, (variando conforme semente):

- Na sementeira com lâmina de água de 5 cm em média.
- Retirada da água para germinação.
- No período de crescimento a lâmina de água acompanha a elevação da planta de arroz.
- Na pulverização de herbicidas pulverizados é retirado a água.
- Na aplicação de inseticidas ou herbicida é mantido a água da “taipa” ou quadras.
- Na colheita é drenado a água com 8 a 10 dias de antecedência.

Através do bom cuidado com a água evita-se o desenvolvimento de “arroz vermelho” que por sua vez acaba sendo impureza, levando à perda de dinheiro como consequência. Outro ponto é que, muitas das vezes o agricultor necessita retirar água de rios por meios de bombas, essas por sua vez precisam de energia ou óleo para o funcionamento, aumentando o custo de produção.

2.1.1.5 Colheita

A colheita tem início quando a planta atinge seu completo estágio de crescimento, o popular “virando o cacho”. Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura de Santa Catarina (2022), a colheita do arroz inicia em fevereiro e vai até julho. A umidade ideal para a colheita do arroz é entre 18% e 23% (NUNES, 2022), evitando colher em horários de orvalho.

Conforme as etapas, explicadas anteriormente no processo de colheita, pode-se ter uma produtividade em torno de 7.500 kg – 10.500kg de arroz por hectare, variando conforme o manejo, semente, clima, irrigação, adubação, impurezas e entre outros.

2.1.1.6 Transporte e Beneficiamento

Após a colheita temos o processo de transporte e beneficiamento do grão ocorrido nas indústrias. O transporte do escoamento do arroz é, em sua grande parte, feito pelo transporte rodoviário, em que é armazenado em silos, posteriormente, será beneficiado para o consumidor final.

2.2 CONCEPÇÕES E TENDÊNCIAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

O ensino da matemática está em constante transformação conforme a concepção e tendência de ensino, através da influência de hábitos, costumes e valores de cada período da história. Autores como José Carlos Libâneo, Dermeval Saviani e Dario Fiorentini, elencam partes importantes das tendências e concepções matemáticas.

Evidenciaram-se as tendências de Fiorentini (1995), que destaca a formalista clássica, empírico-ativista, formalista moderna, tecnicista e suas variações, construtiva, sócio-etnocultural.

Iniciando com Tendência Formalista Clássica, pela ênfase às ideias e formas da Matemática clássica, sobretudo ao modelo euclidiano e à concepção platônica de Matemática. Na sequência, há a tendência Empírico-Ativista, se refere também ao movimento da Escola Nova. Foi nesta época que a matemática se tornou uma única disciplina. A tendência Formalista Moderna é a próxima, na matemática ficou marcada pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM), um movimento Internacional de reforma do currículo escolar. Após, surge a Tendência Tecnicista e suas Variações. Como o próprio nome implica, a matemática ganha caráter mecanicista, se reduzindo a um conjunto de técnicas e algoritmos sem muitas justificativas. A partir das décadas de 60 e 70 surgiu a Tendência Construtivista, baseada na teoria de Piaget. Ela valoriza mais o processo do que o produto do conhecimento, visa a construção de um pensamento matemático, fazendo uso de materiais concretos. Por fim, a Tendência Socioetnocultural, que deixa de buscar no aluno a culpa pelo fracasso escolar e começa a investigar na cultura da sala de aula explicações para tanto. (LAZZARETTI, 2020).

Dentre tais tendências, frisa-se a sócio-etnocultural no âmbito da Educação Matemática, que vem se apoiado na Etnomatemática, ou seja, na matemática não-acadêmica e não-sistematizada, isto é, a matemática oral, informal “espontânea” e, às vezes, oculta ou congelada, produzida e aplicada por grupos culturais específicos (ROCHA, 2006). O conhecimento matemático deixa de ser visto como um conhecimento pronto, acabado isolado do mundo.

Nessa perspectiva, o aluno aprende significativamente a matemática, quando consegue atribuir sentido e significado às ideias matemáticas abstraídas de uma realidade mais concreta, e sobre elas pode pensar, estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar (ROCHA, 2006).

A Etnomatemática tem dado sustentação e aporte teórico-metodológico aos estudos nesta tendência. Os métodos de ensino proferidos pelos seus adeptos são a problematização – do saber popular e daquele produzido pelos matemáticos – e a modelagem matemática (CARVALHO, 2010).

2.3 ETNOMATEMÁTICA NO CAMPO

A Etnomatemática consiste, segundo D'AMBROSIO, em:

(...) identificar técnicas ou mesmo habilidades e práticas utilizadas por distintos grupos culturais na sua busca de explicar, de conhecer, de entender o mundo que os cerca, a realidade a eles sensível e de manejar essa realidade em seu benefício e no benefício de seu grupo (D'AMBROSIO, 1998).

D'Ambrosio diz que a cultura é o conjunto de comportamentos compatibilizados e de conhecimentos compartilhados, incluindo valores. Numa mesma cultura, os indivíduos dão as mesmas explicações e utilizam os mesmos instrumentos materiais e intelectuais no seu dia a dia (D'AMBROSIO 2005).

A Etnomatemática é composta de vários leques, com destaque ao campo. Há uma infinita aplicabilidade de analogias entre a matemática e as práticas culturais do campo, como: a plantação, o cuidado, a colheita, o refinamento das espécies cultivadas, raciocínios lógicos e a forma de pensar matematicamente.

Segundo Rincão e Scaldelai:

Valorizar conhecimentos matemáticos informais dos indivíduos do campo e relacioná-los aos conhecimentos matemáticos formais contribuiria para a formação do cidadão crítico, capaz de aperfeiçoar continuamente seus conhecimentos, apropriando-se de conceitos e procedimentos matemáticos e de utilizá-los no contexto histórico e cultural em que vive e nas relações de trabalho (RINCÃO E SCALDELA, 2014)

Salienta-se que esses conhecimentos informais, utilizados no campo, são acumulativos na história de um determinado povo e fomentam para agregação de um saber diferenciado na formação do currículo escolar do educando, pois há uma troca de valores entre a escola e o campo.

Saber apreciar a germinação de um fruto, grão ou ramífera, é reconhecer a evolução da humanidade, visto que as práticas culturais do campo tendem a disseminar bem-estar a toda a população, por isso é de suma importância exercícios que voltem a visionar essas práticas englobando a matemática.

2.4 FUNDAMENTOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Para Biembengut e Hein (2005), a modelagem matemática pode ser traduzida como a arte de expressar, por intermédio de linguagem matemática, situações-problema do meio no qual as pessoas estão inseridas.

Para obter a modelagem, como é possível inferir a partir de seu nome, desenvolve-se um modelo que pode ser adequado conforme conteúdo.

A Modelagem pode ser vista como estratégia na qual o aluno ocupa lugar central na escolha do currículo a ser praticado em sala de aula. Discutem e exemplificam várias perspectivas da Modelagem e a sua relação com outras áreas de conhecimento e tendências em Educação Matemática. (MEYER, CALDEIRAS E MALHEIROS, 2019).

Segundo Bassanezi (2006), a Modelagem aplicada ao ensino pode ser um caminho para despertar maior interesse, ampliar o conhecimento do aluno e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir. Para D'Ambrósio (2012), a recriação de modelos pelo sujeito, que pode utilizar outros modelos já incorporados à sua realidade, é a essência do processo criativo e poderia constituir o ponto focal dos sistemas educativos.

Portanto, o ensino de matemática precisa voltar-se para a promoção do conhecimento matemático e da habilidade em utilizá-lo. Isso significa ir além das simples resoluções de questões matemáticas, muitas vezes sem significado para o aluno, e levá-lo a adquirir uma melhor compreensão tanto da teoria matemática quanta da natureza do problema a ser modelado (COSTA, 2006).

2.5 ETNOMATEMÁTICA X MODELAGEM MATEMÁTICA

Comumente, professores buscam entrelaçar os conceitos da Etnomatemática com a Modelagem matemática, vinculando ideias das determinadas metodologias, favorecendo os contextos presentes na matemática didática.

Tanto a modelagem matemática e a Etnomatemática valorizam a matemática de diferentes grupos socioculturais, como também enfatizam os conceitos informais dos alunos.

Desta maneira, cria-se formas de pensar e encaminhar métodos de ensino para a Matemática. Sendo assim, temos a opção de refletir sobre os métodos utilizados para resolver problemas matemáticos que, através da etnomatemática com a modelagem, são diferenciados da forma tradicional (SCANDIUZZI; MIRANDA, 2000, p. 251).

Essa tendência educacional, a implantação e implementação da modelagem nas salas de aula com a utilização do programa etnomatemática, vincula a abordagem que procura utilizar fenômenos que estão presentes no cotidiano dos membros de grupos culturais distintos para a elaboração de atividades curriculares que nortearão os caminhos pedagógicos dessa disciplina (ROSA. OREY, 2016). Desse modo, resolve-se problemas de determinadas culturas com mediação da modelagem matemática. Essa utilização tem como objetivo a ampliação e o aprimoramento do conhecimento matemático que foi adquirido e acumulado pelos membros desses grupos, pois visa o fortalecimento de suas raízes e a valorização de sua identidade cultural (ROSA; OREY, 2003).

A modelagem matemática proporciona etapas de execução, bem como desenvolvimento de modelos que podem ser empregados na criação de métodos alternativos com o entrelaçamento aos eixos matemáticos. Facilitando a criação de equações, bem como gráficos da planta de arroz versus o tempo de crescimento, além de enaltecer a justificativa de escolha dessa metodologia.

2.6 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Segundo Bassanezi (2006, p. 16) a modelagem matemática transforma problemas da realidade em problemas matemáticos e resolve-os interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. [...] Pressupõe multidisciplinaridade, e que nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa.

Diversos autores elencam formas diferenciadas das etapas metodológicas para a construção de modelos matemáticos, o projeto em questão, baseia-se em Bassanezi. Segundo Bassanezi (2006), após a escolha do tema/problema a ser estudado, o trabalho com modelagem deve ser organizado da seguinte forma:

1) Experimentação, que consiste na obtenção dos dados; 2) Abstração, que deve levar à formulação dos modelos através da seleção de variáveis, da formulação de hipóteses, da formulação de problemas e simplificação do sistema para restringir a quantidade de variáveis de modo que o problema seja tratável; 3) Resolução, que é a obtenção do modelo com a tradução da linguagem natural das hipóteses para uma “linguagem matemática coerente”; 4) Validação, que é o ato de aceitação ou rejeição do modelo conforme o grau de aproximação que ele tem do objeto de estudo; e 5) Modificação, que consiste em reelaborar ou melhorar o modelo sob novas hipóteses/ dados no intuito de aumentar o grau de aproximação.

3 DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA

Neste tópico será apresentado a delimitação metodológica necessária para o desenvolvimento da pesquisa deste trabalho, destacando-se o tipo de pesquisa, a população e o processo de amostragem, a coleta de dados e o tratamento de dados.

3.1 POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM

A população da pesquisa é definida pelos materiais coletados pessoalmente ou a partir de dados já existentes, para colaborar com o projeto sobre a cultura do arroz, sendo coletados dados por meio de livros, artigos e gráficos obtidos em sites oficiais.

A população alvo são os agricultores, na mitigação de seus hábitos, coletando dados para a construção de um modelo matemático já a amostra será os dados coletados do crescimento da planta do arroz, no decorrer do tempo.

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados é o mecanismo que visa reunir os dados obtidos por meio de técnicas de pesquisa. É na coleta de dados que se tem a aproximação com a temática, influenciando diretamente nos objetivos traçados. Nesta seção serão apresentados os instrumentos, em questão que são as atividades desenvolvidas e os procedimentos para a coleta de dados.

3.2.1 Instrumentos para a coleta de dados

Os instrumentos para a coleta de dados advêm de livros, artigos, monografias, dissertações, periódicos e jornais encontrados na internet de fontes confiáveis e com credibilidade ou encontrados na biblioteca desta Universidade, de forma virtual. Sites oficiais de dados agrícolas também são instrumentos importantes de coleta de dados para embasar este estudo.

Além disso, a coleta de dados também acontecerá através da observação do crescimento da planta do arroz e sua medição constante com o auxílio de trenas, através de pessoas responsáveis por fazer as considerações necessárias durante a coleta de dados com o decorrer do tempo da safra do arroz (120 dias), a partir da análise dos dados de 10 em 10 dias, por ser um período em que a variação do crescimento da planta é expressiva.

3.2.2 Procedimentos para a coleta de dados

Os procedimentos para uma coleta de dados ocorrem pela leitura, pesquisa de obras e outros meios bibliográficos obtendo conhecimento acerca do tema, para traçar os caminhos do projeto. Além disso, a extração dos dados de crescimento da planta foi de modo contínuo, que por sua vez, serão registrados no momento de cada amostra, utilizando-se instrumentos de medição, como trenas.

3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Ocorrerá por meio das pesquisas em livros, artigos e sites confiáveis. E com os dados levantados do crescimento da planta, sendo possível demonstrar e produzir um modelo, justificando a evolução da planta com o tempo, além da plotagem dos dados coletados, em *Excel*.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho traz uma sugestão de atividade para o ensino de Matemática por meio da modelagem matemática com o tema “o crescimento da planta de arroz”, fragmentando e explorando os conteúdos a serem trabalhados.

Existe três fases importantes no crescimento do grão de arroz: a fase vegetativa, reprodutiva e a maturação. Antes de iniciar a abordagem de modelagem, faz-se necessário uma prévia apresentação do crescimento do arroz.

Na primeira fase, tem-se o período que vai da germinação da semente à diferenciação do primórdio da panícula. período de três a quatro semanas. Na segunda fase a reprodutiva, compreende o período entre diferenciação do primórdio da panícula e a fertilização. a duração desta fase varia de três a cinco semanas. Este é um período crítico no desenvolvimento da planta, é importante que durante este período a planta não sofra nenhum estresse. Na última fase, a maturação: a duração desta fase vai do florescimento à maturação fisiológica, varia de 30 a 40 dias. a duração do período maturação fisiológica a maturação de colheita depende basicamente das condições climáticas vigentes, passando o grão apenas por um processo físico de perda de umidade. Após a maturação fisiológica a planta pode demorar de uma a duas semanas até atingir condições para ser colhida mecanicamente (ULLMANN, 2022).

Pensando em tal perspectiva de crescimento analisou-se na safra de 2021/2022, levando em consideração a janela de abertura de plantio, de setembro a março, com um tempo de crescimento de 120 dias para a maturação completa.

4.1 ABORDAGEM EM SALA DE AULA

Segue algumas sugestões de abordagem para a sala de aula com a modelagem matemática usando o tema “crescimento da planta de arroz” como referencial.

Este é o momento de apresentar aos alunos a atividade. Inicialmente, pode ser feita uma leitura da proposta que se deve orientá-los do que se trata e de como poderá ser desenvolvida cada etapa. Deve-se esclarecer a importância da participação de todos (SANTOS, 2016).

O próximo passo consiste em um diálogo com os alunos para a apresentação das definições sobre a modelagem matemática: 1) Experimentação 2) Abstração 3) Resolução; 4) Validação e 5) Modificação.

Algumas sugestões de embasamentos são:

- Visitar uma plantação de arroz e entrevistar os agricultores;
- Pesquisar na 'internet';
- Observar questões financeiras relacionadas aos preços dos fertilizantes, defensivos agrícolas, dos materiais e dos métodos utilizados para o plantio.
- Desenvolvimento de um modelo de crescimento da planta de arroz.

Para a construção de modelos matemáticos, apresente as seguintes indagações:

- Como agrupar os dados obtidos na experimentação?
- Qual a média gasta com insumos agrícolas para um bom crescimento do arroz?
- Qual é a área do plantio de arroz?
- É possível saber o quanto de material que será usado na safra?
- Podemos desenvolver um modelo que condiz com o crescimento do arroz?
- Como podemos classificar o modelo obtido?

Terminadas as premissas da modelagem temos a resolução. Agora se inicia o momento em que participantes começam a pensar como as questões podem ser respondidas e/ou como podem ser resolvidas as situações-problema por eles enumeradas. Inicia-se a etapa de resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema (SANTOS, 2016).

Após validar a análise crítica das soluções, e verificar o bom desenvolvimento do trabalho, chega o momento em que todos os grupos socializam as soluções que encontraram para cada item dessas atividades, e discutem se essas soluções estão corretas ou não. A última etapa é a modificação. Essa etapa é utilizada para eventuais alterações no modelo encontrado, utilizando esse momento para discussões sobre as etapas anteriores, como os participantes tiveram dificuldades e facilidades para o desenvolvimento.

4.2 APLICAÇÃO DA MODELAGEM

Nessa seção, observa-se a aplicação da Modelagem Matemática com um olhar voltado para o crescimento do arroz e alguns de seus periféricos, representando conceitos para validação do presente trabalho. A aplicação desse projeto advém da conscientização sobre a cultura do plantio de arroz com a utilização do método de modelação de Bassanezi, citado nos tópicos anteriores, a fim de solucionar o objetivo geral proposto para tal estudo.

4.2.1 Experimentação

A experimentação consiste na seleção das variáveis. É o momento de interação com o reconhecimento da situação-problema. Nessa etapa realiza-se a pesquisa, coleta e organização dos dados relevantes ao problema. Busca-se, assim, obter dados empíricos, que tem por função levar à compreensão do problema, na alteração do modelo, se necessário, e na decisão de sua validade (BASSANEZI, 2002).

Nesta aula, sugere-se que o professor inicie propondo aos estudantes a leitura do texto “Crescimento e desenvolvimento do arroz” (anexo B), a fim de que entrem em contato com algumas informações, além de inteirá-los sobre a situação a ser investigada para, posteriormente, orientá-los para a definição do problema.

Posteriormente, o professor pode levantar a seguinte indagação, correspondente as possíveis abordagens em sala de aula: “O desenvolvimento de um modelo de crescimento da planta de arroz”. Desse modo, é direcionado um foco principal na busca de quais dados serão elencados para a resolutiva do problema.

O professor deve induzir os alunos a visualizar quais são as possíveis variáveis do processo de crescimento do arroz, e após o debate e conversas sobre a perspectiva, deve orientá-los para o modelo de tabela de retirada de dados. Desse modo, o professor aproveita a sequência e explica sobre a tabela e sua criação. Segue uma possibilidade de modelo, na tabela 1.

Tabela 1 - Coleta de dados

Tempo em dias	Crescimento da planta de arroz

Fonte: Autora, 2022.

4.2.2 Abstração

A abstração é a fase de formulação do problema ou situação real, ou seja, é a etapa da matematização. É a etapa do processo em que a situação-problema, caracterizada na etapa anterior, é descrita e interpretada como um problema matemático (BASSANEZI, 2002).

Sugere-se que o professor divida os estudantes em grupos intercalando-os para coleta de dados e acompanhe o passo a passo de cada grupo, interagindo com os estudantes sobre possíveis dúvidas de conceitos matemáticos que possam emergir, buscando promover a comunicação.

Essa coleta de dados, como já foi citada no tópico “delimitação metodológica”, pode ocorrer através da aferição continuada do crescimento da planta, por meio de pessoas que cultivam essa cultura e mantêm os dados ou por pesquisas bibliográficas que contém os dados para o referido estudo.

Outro ponto importante é entender por que esse estudo é relevante, ou seja, concretizando como um problema matemático. Quando os agricultores conseguem prever e promovem um crescimento contínuo, eles podem reduzir os custos de produção e alavancar ainda mais, desse modo é interessante o desenvolvimento desse modelo.

Nesse sentido, indaga-se ao professor como pode ser feito essa construção de um modelo, ou seja, como é possível aplicar diversos dias, e saber aproximadamente como estará a fase de crescimento do arroz, antecipando ou adiantando fertilizantes.

O professor também pode propor aos estudantes coletas de dados com intervalos de tempo menor, podendo assim obter maior número de dados que possam vir a contribuir para a resolução. Vale ressaltar que sugerimos 10 dias para o momento de experimentação.

Nessas indagações deve surgir o contexto das equações. Sendo assim, o professor deve propor uma mediação de qual equação melhor se adaptaria aos dados obtidos no

processo de experimentação, e ainda, complementar como esses dados poderiam ser representados matematicamente facilitando a interpretar. Nessa parte, deve surgir e ser elencado o contexto da representação gráfica. Além disso, o professor pode mediar para a construção manual. Contudo, vale destacar que os softwares livres são muito utilizados desempenhando uma ótima função para tal situação, como o já citado em tópicos anteriores, o Excel ou até mesmo o GeoGebra. Desse modo, os alunos terão diversas experiências e contatos variados com o processo matemático introduzido. Durante essa etapa, várias possibilidades de discussões que envolviam matemática podem emergir.

4.2.3 Resolução

Consiste na transposição do problema real para o universo matemático (BASSANEZI, 2002).

Nesse momento, os alunos devem focar nas estratégias de resolução para a obtenção do modelo matemático que permite representar o problema inicial. Sendo assim, o professor deve assumir um papel de mediador, orientador, conduzindo as discussões e modelando as perspectivas do estudo. Caso a comunicação fique falha, cabe ao professor iniciar as indagações e sugestões para a resolução.

Vale destacar que os alunos podem apresentar modelos diferentes, contudo é uma forma de verificar e validar o estudo nos tópicos futuros.

4.2.4 Validação e Modificação

Consiste no processo de decisão da aceitação, ou não, do modelo inicial, efetivado através da comparação entre a solução que se obteve via resolução do modelo matemático e os dados reais. Caso o resultado da comparação entre os dados reais e a solução do modelo

mostre-se inaceitável, deve-se modificar o modelo original e reiniciar o processo (BASSANEZI, 2002).

Nessa seção será atestado a validade do modelo desenvolvido, bem como as possíveis modificações, a fim, de trazer o maior grau de assertividade para a modelagem desenvolvida.

4.2.4.1 Exemplificando a experimentação e abstração

Neste momento da experimentação, o professor propõe a interação entre os estudantes e a situação problema a ser investigada por meio da leitura do texto “crescimento e desenvolvimento do arroz”. Com as indagações aos estudantes que iniciaram uma discussão, definiu-se o problema: “O desenvolvimento de um modelo de crescimento da planta de arroz.” E assim vão surgindo estratégias para a coleta de dados, ficando definido o tempo de coleta dos dados a cada 10 dias, porque é um período com maior expressividade no crescimento da planta do arroz, com uma precisão de uma casa decimal, possibilitando assim, uma maior quantidade de dados com um espaçamento considerável no crescimento da planta.

Durante a coleta de dados várias possibilidades de discussões que envolviam matemática surgem e devem ser esclarecidas. Para esse desenvolvimento faremos uma sugestão pensando no crescimento, por meio da safra de 2021/2022, através da aferição dos tamanhos por meio de trenas, levando em considerando a janela de abertura de plantio de 2021 a 2022, com um tempo de crescimento de 120 dias para a maturação completa, com os seguintes dados, conforme a tabela 2, esses dados se referem a coleta dos dados aferidos no período de 120 dias, outro ponto importante de deve ser considerado, é que no tempo 0, tem-se a planta do arroz já germinada, retratando assim esse tamanho de 0,78 centímetros.

Tabela 2 - Crescimento da planta do arroz.

Tempo (dias)	Comprimento da planta (cm)
0	0,78
10	6,42
20	14,67
30	23,59
40	36,93

50	57,78
60	73,23
70	88,45
80	100,43
90	110,1
100	118,67
110	128,3
120	133,88

Fonte: Autora, 2022

4.2.4.2 Exemplificando a resolução

O professor deve sugerir que os estudantes formem pares ordenados dos valores coletados por meio da experimentação e, na sequência, os representem em um plano cartesiano com a intenção de se fazer investigações acerca da situação.

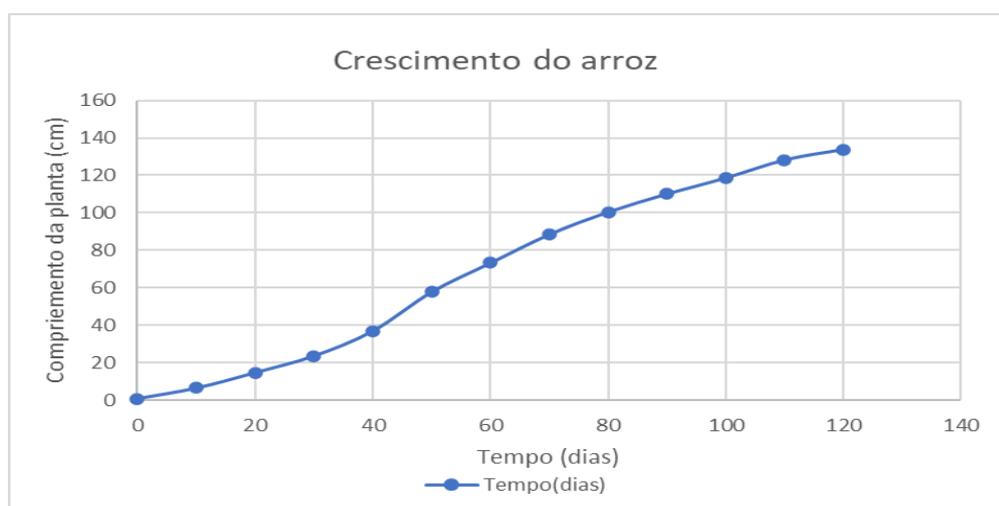


Gráfico 1 – Gráfico do crescimento do arroz

Fonte: Autora, 2022.

O eixo x corresponde a variável independente (tempo em minutos) e o eixo y corresponde a variável dependente (crescimento da planta de arroz).

Com a construção do gráfico o professor pode orientar qual modelo será adequado fazer para termos diversas representações com outros tempos.

Objetiva-se que, após discussões dos grupos e pela observação do gráfico, desenvolva-se uma equação de 2º grau, restrita ao intervalo analisado, pois, sendo uma equação do segundo grau, a tendência é decair, algo que não acontece no crescimento.

Por meio da Lei de formação, $f(x) = ax^2 + bx + c$, substituem x e $f(x)$ pelos valores do ponto (0 ; 0,78), (50 ; 57,78) e (110 ; 128,30). Inicia-se com a substituição do primeiro ponto para ter-se o coeficiente c .

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$0,78 = a0 + b0 + c \quad \text{Eq I}$$

$$c = 0,78$$

Substituindo os demais pontos:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$57,78 = a50^2 + b50 + 0,78 \quad \text{Eq II}$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$128,30 = a110^2 + b110 + 0,78 \quad \text{Eq III}$$

Desse modo podemos resolver por meio de um sistema linear:

$$\begin{cases} 57,78 = 2500a + 50b + 0,78 \\ 128,30 = 12100a + 110b + 0,78 \end{cases}$$

Rearranjando o sistema linear:

$$\begin{cases} 57,00 = 2500a + 50b \\ 127,52 = 12100a + 110b \end{cases}$$

Multiplicando a primeira linha do sistema por -2,2 obtém-se:

$$-125,40 = -5500a - 110b$$

$$127,52 = 12100a + 110b$$

$$2,21 = 6600 a$$

Logo:

$$a = 0,00033$$

Substituindo no sistema na primeira equação:

$$57,00 = 2500(0,0003) + 50b$$

Logo:

$$b = 1,125$$

Substituindo cada um dos coeficientes na equação temos um modelo matemático:

$$f(x) = 0,00033x^2 + 1,125x + 0,78$$

Como domínio da função o conjunto $D(f) = \{x \in \mathbb{R} / 0 \leq x \leq 120\}$

Chegamos assim em um modelo matemático.

4.2.4.3 Exemplificando a validação

Na tabela 3 apresentamos a validação gráfica dos valores obtidos por meio do modelo deduzido.

Tabela 3 - Validação do crescimento da planta do arroz.

Variável X	Valor correspondente ao modelo	Valor prático
0	0,78	0,78
10	12,063	6,42
20	23,412	14,67
30	34,827	23,59
40	46,308	36,93
50	57,855	57,78
60	69,468	73,23
70	81,147	88,45
80	92,892	100,43

90	104,703	110,1
100	116,58	118,67
110	128,523	128,3
120	140,532	133,88

Fonte: Autora, 2022

4.2.4.4 Exemplificando a modificação

Por fim, poderá se constatar as evidências do modelo, ou seja, conta-se que em alguns pontos o modelo não satisfaz adequadamente o perfil de crescimento. Contudo, para a modelação ela assemelha-se melhor a equação de segundo grau, visto que os dados são aproximados.

Desse modo podemos usar o Excel para desenvolvermos um modelo matemático de maior precisão. Sendo assim, temos, o seguinte modelo:

$$f(x) = -0,0013x^2 + 1,3856x - 8,0014$$

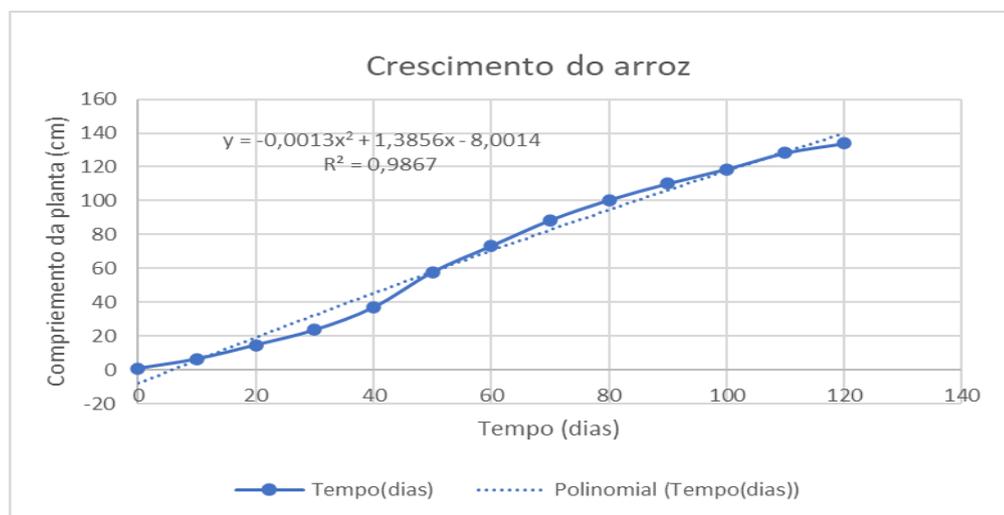


Gráfico 2 – Modificação no Excel.

Fonte: Autora, 2022.

Na tabela 4 temos a nova validação do modelo matemático.

Tabela 4 - Validação do novo modelo de crescimento da planta do arroz.

Variável X	Valor correspondente ao modelo	Valor prático
0	-8,0014	0,78
10	5,7246	6,42
20	19,1906	14,67
30	32,3966	23,59
40	45,3426	36,93
50	58,0286	57,78
60	70,4546	73,23
70	82,6206	88,45
80	94,5266	100,43
90	106,1726	110,1
100	117,5586	118,67
110	128,6846	128,3
120	139,5506	133,88

Fonte: Autora, 2022.

Sendo assim, podemos criar o gráfico 3 que leva em consideração o modelo anterior, revalidado o modelo criado:

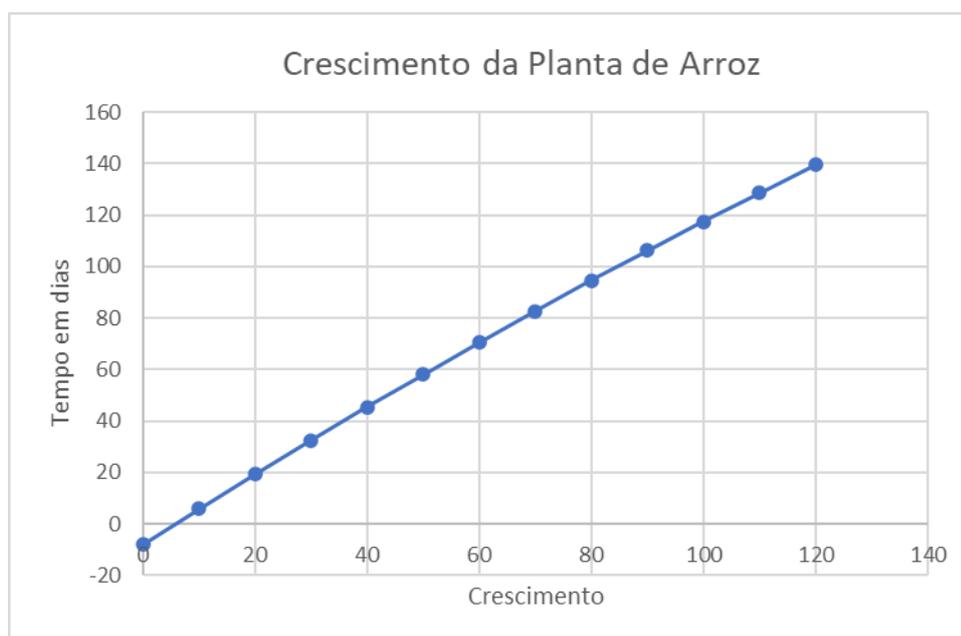


Gráfico 3 – Gráfico da validação

Fonte: Autora, 2022.

Pode se concluir que a atividade proporciona aos estudantes a possibilidade da simulação e articulação com a disciplina e, principalmente, valorizar a cultura de plantio de arroz.

4.3 APLICANDO A MODELAGEM COM MÉDIA MÓVEL

O mesmo pode ser feito para a média móvel, nesse caso o problema é a média móvel do gráfico desenvolvido anteriormente. Os passos para a modelagem seguem na mesma perspectiva, por isso se modificará os resultados com uma nova análise.

Elder (2004) aponta que a média móvel aritmética mostra o valor médio dos dados em determinado período. Ou seja, a média móvel aritmética representa o cálculo médio para um dado período fixo. Vale ressaltar que as médias móveis apresentam menor número de ruídos quando se trata dos maiores períodos tidos como base de cálculo, o que proporciona diferentes utilizações para cada perspectiva temporal.

A média Móvel busca comparar os valores da série temporal dada com os valores da média móvel. Para Spiegel (1993, p. 428), “as médias móveis têm a propriedade de tenderem a reduzir o total da variação que se apresenta em um conjunto de dados”.

$$MMs = \frac{C1 + C2 + C3 + C4 + \dots + Cn}{n}$$

MMs = Média móvel simples

n = Quantidade de períodos da média móvel

C = Crescimento da planta de arroz.

Para essa situação faremos a média móvel considerando 2 períodos, presentes na tabela 5.

Tabela 5. Média móvel do crescimento da planta do arroz.

Tempo (dias)	Comprimento do Arroz	Média Móvel
0	0,78	
10	6,42	3,6
20	14,67	10,545
30	23,59	19,13
40	36,93	30,26
50	57,78	47,355
60	73,23	65,505
70	88,45	80,84
80	100,43	94,44
90	110,1	105,265
100	118,67	114,385
110	128,3	123,485
120	133,88	131,09

Fonte: Autora, 2022.

Construindo um gráfico 4 do modelo de média móvel:

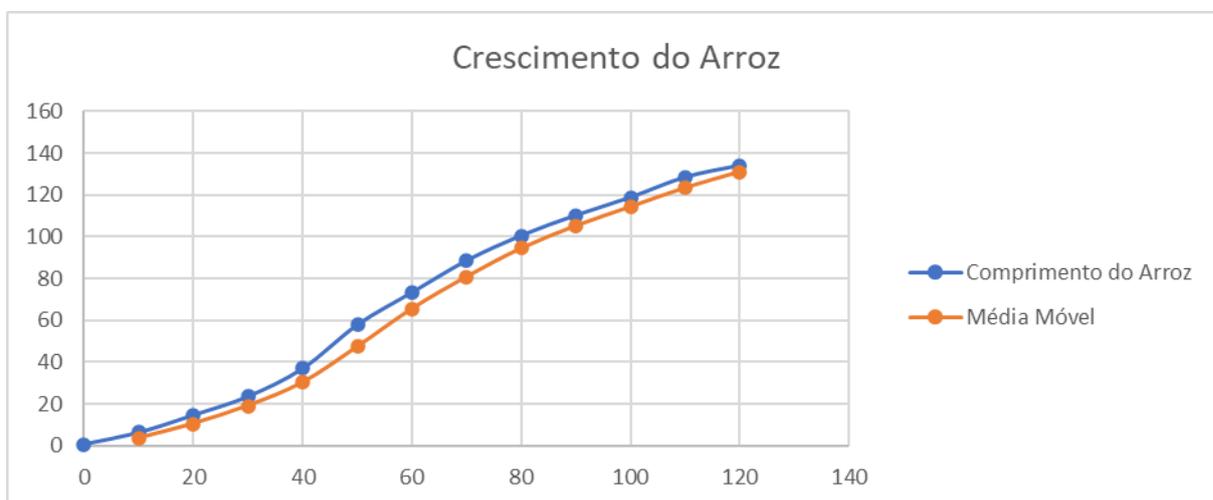


Gráfico 4 – Média móvel

Fonte: Autora, 2022

4.3.1 Exemplificando a validação (Média móvel)

Na Figura 5 apresenta-se a validação gráfica da média móvel através do Excel, considerando 2 pontos.

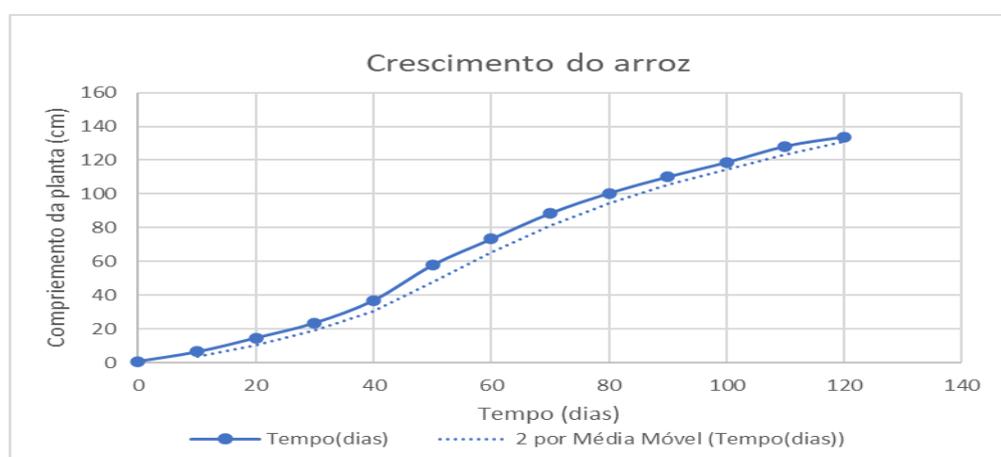


Gráfico 5 – Validando a média móvel

Fonte: Autora, 2022

4.3.2 Exemplificando a modificação (Média móvel)

Por fim, poderá se constatar as evidências da experimentação, neste caso a média móvel corresponde ao esperado. Esse recurso permite analisar se o crescimento do arroz está aumentando ou diminuindo, de acordo com o intervalo de tempo das semanas anteriores.

Remetendo essa análise ao campo, o agricultor poderá verificar possíveis correções de fertilizantes. Além disso, é possível concluir-se que a média móvel é uma forma de modelação que melhor se aproxima da condição da curva inicial. E a atividade proporciona aos estudantes a possibilidade da simulação e articulação com a disciplina. E principalmente, valorizar a cultura de plantio de arroz.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os resultados obtidos nos tópicos anteriores, podemos analisar de primeira premissa, que a média móvel corresponde um modelo matemático favorável para o uso cotidiano do agricultor, aplicável em sala de aula, pois interage adequadamente com os dados práticos, contudo, a equação de segundo grau também é uma boa alternativa de modelação para atingir-se os objetivos propostos. Vale destacar também, que os dados coletados foram específicos para uma determinada região, justamente por causa de sua coleta de cunho manual em lote, com a constância de 10 dias.

Referenciando-se um pouco mais aos modelos criados, na equação do segundo grau desenvolvida antes da validação descreveu-se todos os coeficientes com um valor positivos, ou seja, uma concavidade de parábola direcionada para cima, diferentemente da segunda equação com o coeficiente a (x^2) negativo, demonstrando uma concavidade para baixo. Já no modelo matemático da média móvel, a curva desenvolvida acompanha adequadamente o comportamento inicial do crescimento do arroz, sendo o valor um pouco menor que o inicial, validando uma confiabilidade maior, visto que o mesmo, retrata com uma maior proximidade a curva do crescimento do arroz.

Cabe ao professor, conciliar todas as possibilidades de modelação e validar junto a turma a que melhor se adequa aos dados obtidos na prática, com as infinitas possibilidades do recurso de modelação.

Arremetendo essas considerações foi abordado diversas considerações para possíveis estudos em sala de aula, iniciando pela pesquisa de dados e leituras sobre a temática, construção de tabelas, análise de dados para empregá-los no estudo gráfico, bem como sua construção na análise do eixo da abcissa e ordenada e na retirada dos pontos cartesianos. Verificar quais possíveis condições levam a construção de modelos matemáticos, do qual foi aplicado o desenvolvimento da equação de segundo grau, com a interpolação de dados, e posteriormente a extensão para média móvel na aplicação das médias aritméticas fazendo-se considerações de validação com o uso do software Excel em várias situações.

Conclui-se que o professor tem inúmeras formas de abordar os conteúdos matemáticos com a modelagem matemática nessa valorização do campo, validando com a interligação de ambos é fantástica.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados dessa pesquisa conclui-se que a modelagem matemática é uma tendência no ensino aprendizagem, interligada com os problemas comumente encontrados no cotidiano apresentados através da etnomatemática. A modelagem matemática oferece a oportunidade de encontrar soluções com estudo dos conteúdos matemáticos. Contudo, devemos lembrar que nem todo processo de modelagem consegue atingir todos os aspectos matemáticos.

O objetivo primário, que foi a valorização da cultura do plantio de arroz irrigado, nas suas etapas produtivas, foi concluído com sucesso. Valorizou-se o cereal como parte integrante no agronegócio, com a investigação e interligação da cultura na etnomatemática, ou seja, as relações sociais. Provou-se, com a aplicação de forma satisfatória na modelagem matemática ações que bem elaboradas contribuem no ensino da matemática.

As diversas etapas metodológicas desenvolvidas na modelagem aproximam uma investigação e o desenvolvimento de diversas habilidades no meio científico. A etnomatemática, no que lhe concerne, apresentou os aspectos do plantio de arroz, sendo uma cultura essencial para a subsistência humana. Um cereal altamente consumido que merece tal relevância.

Infere-se que as atividades de modelagem matemática “satisfazem as necessidades de um ensino de Matemática mais dinâmico, revestido de significado nas ações desenvolvidas, tornando o estudante mais atento, crítico e independente” (BIEMBENGUT & HEIN, 2005).

Finaliza-se, desse modo, a satisfação com o trabalho exposto e é através da vivência diária em sala de aula que o professor verificará os melhores meios de aplicar a modelagem matemática. Geralmente a experiência com a temática é uma excelente ferramenta para concretizar os objetivos para uma aprendizagem mais significativa.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Fica como principal sugestão para trabalhos futuros, a opção expandir novas possibilidades de modelação para o crescimento da planta de arroz, que se assemelham adequadamente com a realidade encontrada.

Também se sugere o estudo da modelação do custo de produção do plantio de arroz, além disso, estudar as particularidades de produção das diferentes regiões de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo da Silva. **A Etnomatemática no Ensino Médio: uma proposta de ensino e aprendizagem de matemática através das profissões na cidade de Rio Tinto-PB.** Trabalho de conclusão de Curso (Licenciado em Matemática) - UFPB, 2020.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2006.

BASSANEZI, R.C. **Ensino–Aprendizagem com Modelagem Matemática.** São Paulo: Contexto, 2002. 389p.

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

CARVALHO, Dione Lucchesi de. **Discutindo as tendências no ensino da matemática.** Paprem (Prática Pedagógica em Matemática) FE-Unicamp. 2010.

CEPEA, **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Departamento de Economia, Administração e Sociologia.** PIB do agronegócio brasileiro. 2021. Disponível < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> > Acesso em 16 março 2021.

CONAB, Companhia nacional de Abastecimento. **A cultura do Arroz.** 2015. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/> > Acesso em 21 de março 2022.

CONAB, Companhia nacional de Abastecimento. **Produção de grãos da safra 2020/21 segue como maior da história: 268,9 milhões de toneladas.** 2020. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3691-producao-de-graos-da-safra-2020-21-segue-como-maior-da-historia-268-9-milhoes-de-toneladas> > Acesso em 21 de março 2022.

COSTA, Marielen da Silva. **Possibilidades da Modelagem Matemática no estudo das abelhas.** Trabalho de conclusão de Curso (Especialista em Educação Matemática) - Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, 2006.

D' AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática Arte ou técnica de explicar e conhecer.** Editora Atica. 1998.

D' AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e Educação. In: KNIJNIK, Gelsa. et all (orgs). **Etnomatemática: currículo e formação de professores.** Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2010.

D' AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade.** 2ed. Belo Horizonte: Autentica, 2005.

D'Ambrosio, Ubirata, 1932- **Educação matemática: Da teoria à prática.** 23ªed. Campinas, SP. Papyrus, 2012.

ELDER, A. Como se transformar em um operador e investidor de sucesso. 15. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2004.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz**: Características da planta. 2019. Disponível em < <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe75wint02wx5eo07qw4xeclygdut.html> > Acesso em 29 março 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz**: Irrigação e drenagem. 2019. Disponível em < <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/Abertura.html> > Acesso em 21 março 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz**: Sistema de cultivo. 2019. Disponível em < <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/Abertura.html> > Acesso em 21 março 2022.

FIORENTINI, Dario. **Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil**. Zetetiké, Campinas, n. 4, nov. 1995.

GIL, Carlos, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

Governo de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural. 2020. Disponível em < <https://www.sc.gov.br/noticias/temas/agricultura-e-pesca/com-expectativa-de-boa-safra-comeca-colheita-de-arroz-em-santa-catarina#:~:text=Mesmo%20com%20a%20pequena%20queda,acima%20de%209%20t%2Fha> > Acesso em 21 março 2022.

LAZZARETTI, Raiana; *et al.* **Tendências pedagógicas no ensino de matemática ao longo da história do Brasil**. VIII Jornada Nacional Educação Matemática e XXI Jornada Regional de Educação Matemática. Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo, Rio Grande do Sul. 2020.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo, CALDEIRA, Ademir Donizeti, MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

RAGSDALE, C. T. **Modelagem e Análise de Decisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

RINCÃO, Elisa Lilian; SCALDELAI, Dirceu. A etnomatemática na escola do campo: compreendendo as medidas de superfície através das unidades agrárias. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PNDE**, Cadernos PDE, 2016.

ROCHA, Graziela. **O ensino da Matemática na perspectiva da etnomatemática. Monografia Pós-graduação em Educação Matemática**. UNESC. Criciúma. 2006

ROSA, M.; OREY, D. C. **O campo de pesquisa em etnomodelagem**: as abordagens êmica, ética e dialética. Educação e Pesquisa, v. 38, n. 4, p. 865-879, 2012.

ROSA, Milton. OREY, Daniel Clark. **Reflexões sobre a relação entre a etnomatemática e a modelagem**. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades. São Paulo, 13 a 16 de julho de 2016.

SANTOS, Marcos de Abreu dos. **Modelagem matemática como ferramenta de ensino**. Especialização em ensino de ciências e Matemática. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu. 2016.

SCANDIUZZI, P. P.; MIRANDA, N. Resolução de problema matemático através da etnomatemática. In: Domite, M. C. S. (Ed.). Anais do primeiro congresso brasileiro de etnomatemática - CBEm1. São Paulo: FE-USP, 2000, p. 251-254.

SILVA, Geovana Raquel Pereira da. **O cultivo do abacaxi e a Etnomatemática: Relações com as unidades temáticas da BNCC**. Rio Tinto-PB. Trabalho de conclusão de Curso (Licenciado em Matemática) - UFPB, 2020.

Sociedade Sul- -Brasileira de Arroz Irrigado. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. 2014, Bento Gonçalves, RS, Santa Maria, Brasil, 2014.

SPIEGEL, M. R. Estatística. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 643p.

TONETTO, Renata Tramontin. **Linguagem Matemática no cultivo do arroz**. 2009. Trabalho de conclusão de Curso (Especialista em Educação Matemática) - Pós- Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, 2009.

ULLMANN, Samanta. Características Botânicas: Crescimento e Desenvolvimento do Arroz. Disponível em <
<https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpcerea/arroz/cabot.htm#:~:text=Fase%20Vegetativa%3A%20per%C3%ADodo%20que%20vai,de%20tr%C3%AAs%20a%20cinco%20semanas>>
Acesso em 11 Abril 2022.

ANEXOS

ANEXO A – Fotos

Figura 2 – Fase de Germinação

Fonte: Autora, 2022.



Figura 3 – Fase reprodutiva do arroz

Fonte: Autora, 2022.



Figura 4 – Maturação do arroz

Fonte: Autora, 2022.



Figura 5 – Aferição do crescimento

Fonte: Autora, 2022.



Figura 6 – Colheita

Fonte: Autora, 2022.



Figura 7 – Transporte

Fonte: Autora, 2022.



Figura 8 – Beneficiamento

Fonte: Autora, 2022.

ANEXO B – Crescimento e desenvolvimento do arroz

O ciclo de desenvolvimento do arroz compreende três períodos: vegetativo, reprodutivo, formação e enchimento de grãos. A sua duração, de 100 a 140 dias em média, vai depender de vários fatores: tipo de cultivar, época de semeadura, região de cultivo e das condições de fertilidade do solo. A maior parte da variação de ciclo entre cultivares ocorre no período vegetativo. Período Vegetativo: compreende o período que vai da germinação da semente à diferenciação do primórdio floral. O número de dias da semeadura depende da temperatura e umidade do solo nos sistemas de semeadura em solo seco. Na semeadura em solo inundado (sistema pré-germinado) a duração deste sub-período depende da variação de temperatura do solo, da água e do grau de desenvolvimento da plântula, por ocasião da semeadura.

A emergência da plântula de arroz ocorre devido ao alongamento da estrutura situada entre a semente e o primeiro nó, denominada mesocótilo. A capacidade de desenvolvimento do mesocótilo depende diretamente da temperatura do solo, isso se a água não for fator limitante. Em semeaduras em solo mais frio a profundidade de semeadura deve ser menor que a realizada em solos com maior temperatura.

No período de 10 a 14 dias após a emergência, a plântula de arroz mantém-se à custa das reservas presentes no grão. As raízes seminais, que se originam da semente, são as responsáveis pela sustentação da plântula durante este período.

Este sistema radicular é temporário, pois entra em degeneração, assim que começam a surgir as raízes adventícias dos nós do colmo, logo abaixo da superfície do solo. Sendo que este segundo sistema radicular passa a constituir-se no principal mecanismo de extração de água e nutrientes e de fixação da planta ao solo durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

Após o estabelecimento inicial a planta começa a desenvolver a sua estrutura foliar, formando uma folha em cada nó, de forma alternada no colmo. Durante as primeiras quatro a cinco semanas de desenvolvimento todas as folhas já estão formadas. O número total de folhas formadas por planta varia de acordo com o tipo de cultivo e a época da semeadura.

Três a quatro semanas após, a planta de arroz começa a emitir perfilhos, que surgem do colmo principal numa ordem alternada. Esta capacidade de perfilhamento faz com que o arroz tenha uma resposta elástica a densidade da planta, podendo compensar baixas densidades com maior número de perfilhos emitidos por planta. A capacidade de perfilhamento do arroz depende do tipo de cultivar, temperatura do solo, disponibilidade de nitrogênio no solo e altura da lâmina de água da irrigação. O subperíodo que vai da emergência ao final do perfilhamento é considerado como período crítico da competição do arroz com plantas daninhas. Neste intervalo, as plantas daninhas devem ser controladas para reduzir ao mínimo a competição por nutrientes e luz com a cultura. As folhas novas são produzidas por um ponto de crescimento que se situa abaixo do solo até seis a oito semanas após a emergência. Quando a planta diferencia o número total de folhas, ocorre uma mudança rápida e brusca na função do ponto de crescimento que se diferencia numa minúscula panícula. Diz-se que a planta atingiu o estágio de diferenciação do primórdio floral (DPF). Considera-se que neste estágio, a planta concluiu o período vegetativo e está iniciando o período reprodutivo. O número de panículas por planta é determinado no estágio da iniciação da mesma. Período Reprodutivo: Compreende o período entre a diferenciação do primórdio floral (DPF) e o florescimento. A sua duração varia de três a cinco semanas. A partir da diferenciação, os entrenós do colmo começam a se alongar rapidamente e a planta cresce bastante. Este é um período crítico no desenvolvimento da planta, pois está sendo formado o número potencial de óvulos na panícula. É importante que, durante este período, a planta não sofra nenhum estresse, principalmente por temperaturas baixas (inferiores a 17°C) ou deficiência de nitrogênio.

Assim sendo, é importante adequar a época de semeadura de tal forma que este período de desenvolvimento não coincida com um mês que tenha ocorrência de baixas temperaturas.

Após a DPF, a panícula cresce a taxas elevadas, estando envolvida pelas bainhas das folhas. Este período é denominado de emborrachamento.

O arroz é uma planta autofecundada com a polinização ocorrendo, primeiro, na extremidade superior da panícula e depois seguindo para a base. Ventos quentes, secos ou úmidos afetam seriamente a fecundação dos estigmas, reduzindo o rendimento, consideravelmente. Também as temperaturas baixas da água e do ar podem causar um efeito similar, por impedirem que as flores abram e se polinizem.

Por ocasião do florescimento a planta de arroz atinge sua máxima estatura aérea foliar. Em 20 dias antes até 20 dias após o florescimento, havendo perfeitas condições de radiação solar, a planta utiliza mais eficientemente o nitrogênio disponível no solo e, conseqüentemente, produzirá maior rendimento de grãos.

Ao final do período reprodutivo está determinado o número de grãos por panícula.

Formação e Enchimento de Grãos: a duração do período que vai do florescimento à maturação fisiológica do grão varia de 30 a 40 dias, em função, principalmente, das condições de temperatura do ar. Há pouca influência do tipo de cultivo utilizada na duração deste subperíodo. Logo após a formação, os grãos passam pelas fases de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica. Considerando-se que o grão atingiu a maturação fisiológica quando está com o máximo acúmulo de matéria seca.

Teoricamente, o arroz poderia ser colhido nesta fase, desde que se pudesse fornecer as condições para secagem imediata, uma vez que a umidade do grão ainda é elevada, na faixa de 30% a 40% porque, normalmente, espera-se que a umidade caia para 23% para se iniciar a colheita mecanizada.

Na maturação fisiológica, já está determinado o peso dos grãos. Sendo que a deficiência nutricional e a ocorrência de pragas ou moléstias durante o período de formação e enchimento de grãos refletem no menor ou maior peso dos grãos.

A duração do sub-período de maturação fisiológica depende, basicamente, das condições climáticas vigentes, sendo que o grão passa apenas por um processo físico de perda de umidade.

Temperaturas elevadas e umidades do ar baixas associadas à ocorrência de ventos aceleram o processo de perda de umidade nos grãos. Após a maturação fisiológica ainda pode levar de uma a duas semanas até se atingir as condições ideais para a planta ser colhida mecanicamente.

EQUIPE AAA. Crescimento e Desenvolvimento. Disponível em <
<http://www.ufrgs.br/alimentus/terradearroz/index.htm> >, 2013. Acesso em 23 de maio de 2022.