



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
FACULDADE DE MATEMÁTICA – FAMAT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

CARLA DO SOCORRO DA SILVA SANTOS

SYMONE LIMA TABORDA

**A PANDEMIA DA COVID -19 NO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS: UMA ANÁLISE
A PARTIR DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Salinópolis – Pa

2024

CARLA DO SOCORRO DA SILVA SANTOS
SYMONE LIMA TABORDA

**A PANDEMIA DA COVID -19 NO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS: UMA ANÁLISE
A PARTIR DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em
Matemática, da faculdade de Matemática,
vinculada à Universidade Federal do Pará
- UFPA.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lília Cristina dos
S. D. Alves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

D111p da Silva Santos, Carla do Socorro.
A PANDEMIA DA COVID -19 NO MUNICÍPIO DE
SALINÓPOLIS : UMA ANÁLISE A PARTIR DA
MODELAGEM MATEMÁTICA / Carla do Socorro da Silva
Santos, Symone Lima Taborda . — 2024.
52 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz
Alves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de
Salinópolis, Curso de Licenciatura em Matemática,
Salinópolis, 2024.

1. Educação Matemática. 2. Modelagem
Matemática. 3. COVID-19. 4. Interdisciplinaridade. I.
Título.

CDD 510.7

CARLA DO SOCORRO DA SILVA SANTOS
SYMONE LIMA TABORDA

**A PANDEMIA DA COVID -19 NO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS: UMA ANÁLISE
A PARTIR DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de Curso - TCC,
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em
Matemática, da faculdade de Matemática,
vinculada à Universidade Federal do Pará,
como orientadora a **Prof^a. Dra. Lília Diniz.**

Aprovado em: 28 de fevereiro de 2024.
Conceito: EXCELENTE

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 LILIA CRISTINA DOS SANTOS DINIZ ALVES
Data: 11/03/2024 16:26:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dr.^a. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves
Orientadora (Membro interno) – FAFIS/UFGA

Documento assinado digitalmente
 LUIZ GUTENBERG ROSARIO MIRANDA
Data: 08/03/2024 08:33:51 0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Gutemberg Rosário Miranda.
Examinador (Membro interno) -UFGA/FAMAT

Documento assinado digitalmente
 LUCIVALDO VIEIRA PINHEIRO
Data: 08/03/2024 06:55:26 0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Lucivaldo Vieira Pinheiro
Examinador (Membro externo) – SEMED/Salinópolis-PA

Dedico este trabalho ao meu pai Luiz Antônio dos Santos (*in memoriam*) e todas as vítimas da COVID-19.

AGRADECIMENTOS

A princípio, agradeço a DEUS pela dádiva da vida, pela graça da capacitação e aptidão que me fizeram chegar até aqui, por iluminar meus caminhos e permitindo superar todas as dificuldades impostas pela vida, por ter me dado a graça de vencer essa doença tão avassaladora que levou tantas pessoas queridas, deixando um vazio enorme em nossos corações e sendo tema desse trabalho.

Agradeço aos meus pais, Ana e Luiz (*in memoriam*) por serem meus alicerces e exemplos de vida, me ensinando sempre o respeito e amor ao próximo. Aos meus filhos, razão de tudo Hugo e Thiago (meu companheiro nos momentos difíceis e maior incentivador pra alcançar minha graduação), aos meus irmãos que sempre me apoiaram e torceram por minhas conquistas e toda minha família pelo apoio constante e tão incentivador.

Aos meus professores, cada um com sua particularidade, contribuindo para minha formação, em especial ao prof. Cledson, meu maior incentivador em chegar ao final do curso, prof.^a Rejane, meu maior exemplo de amor a educação, ao prof. Sávio meu bálsamo nos momentos difíceis, ao prof. Danilo que será lembrado pelo resto de minha vida, servindo de exemplo de professor que não mede esforços em ajudar os alunos em seus momentos de aflições, ao professor Pedro Tupã pelas informações imprescindíveis para esta pesquisa. Ao professor Rafael por sua compreensão e paciência ao compartilhar seus conhecimentos em minhas dúvidas e incertezas e a todos meus professores que sempre me auxiliaram quando precisei.

Meu agradecimento todo especial a prof.^a Samara que sempre procurou ouvir nossas dificuldades, e com carinho e benevolência procurou resolver da melhor maneira possível e o meu muito obrigada ao prof. Gutemberg que fez esse momento se tornar possível.

Agradeço a minha orientadora, prof.^a Lília ao qual devo todo meu apreço por ser essa pessoa dedicada, inteligente, capacitada e humilde; responsável por me apresentar a Modelagem Matemática sugerindo a ideia deste trabalho.

Aos meus amigos, em especial minha amiga Symone Taborda que juntas enfrentamos todas as dificuldades e desafios deste curso, pedindo sempre em nossas orações nosso tão merecido sucesso.

Agradeço a Universidade Federal do Pará- UFPA- Campus Salinópolis, a FAMAT (Faculdade de Matemática) por todo apoio recebido. Aos seus funcionários de modo geral que sempre trataram a mim e meus amigos com carinho e respeito.

E novamente agradeço a DEUS e Nossa de Nazaré que ao ouvirem minhas preces, me deram coragem, determinação, força e saúde, superando a cada dia os obstáculos pelo caminho, me tornando uma mulher forte e focada em realizar mais um sonho. Obrigada senhor, fique certo que farei de tudo pra honrar minha nova profissão: professora de Matemática.

Muito obrigada!

Carla do Socorro da Silva Santos

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar “toda honra e toda glória a Deus”, que me deu força e saúde na minha trajetória acadêmica. Aos meus pais Haroldo Taborda e Graciete Taborda que sempre acreditaram em mim, meus irmãos que me ajudaram muito: Gerson, Haroldo Júnior, Sidiane, Jefferson, Gabriella e Romana. Aos meus filhos, meus maiores incentivadores, Pedro, João e Laura, obrigada pela compreensão, meus amores para toda vida! A minha querida nora Glenda e aos meus sobrinhos e sobrinhas, tios, tias, primos e primas, meus cunhados e cunhadas.

Aos meus sogros Pedro e Ana, sempre me deram incentivo nos estudos. A minhas amigas Carla e Priscila. Carla por sempre enfrentar os obstáculos e fazer acontecer. Priscila sempre nos ajudando com nossos trabalhos, vocês sempre estarão em minhas orações. Obrigada por tudo! A professora Lília Diniz, com uma inteligência incomparável, obrigada por nos ter dado as devidas orientações em nosso trabalho. A professora Samara por tudo que fez por nós, muito obrigada.

A UFPA campus Salinópolis, que foi essencial no meu processo de formação e por tudo que aprendi ao longo desses anos de curso.

Obrigada!

Symone Lima Taborda

RESUMO

O presente trabalho aborda a prática da Modelagem Matemática, concebida na perspectiva da Educação Matemática no contexto da pandemia no ano de 2020. Inicialmente, apresentamos algumas concepções de Modelagem Matemática, destacando algumas considerações para a sala de aula e a perspectiva de Modelagem. Este estudo caracteriza uma pesquisa de natureza qualitativa, realizada com alunos do 3º ano do ensino médio em uma escola da rede pública de ensino em Salinópolis – Pa. O objetivo geral é mostrar através da Modelagem Matemática os números da COVID-19 no ano de 2020 por meio dos boletins de saúde do município de Salinópolis/Pa e questionar os alunos sobre a utilidade da matemática no contexto da pandemia. Como resultados, trouxemos debates interdisciplinares, de cunho social, da área da saúde, educação, geografia, biologia e da própria matemática buscando analisar suas contribuições para o diagnóstico, disseminação da doença, a descoberta de remédios e vacinas. Foi possível entender também, que por meio do contexto da pandemia da COVID-19, como a matemática atuou por meio de seus modelos matemáticos como eixos estruturantes e quais os papéis desses modelos frente a sociedade, a saber: informar por meio de números, entender a doença num contexto global e local, entender a velocidade de contaminação e mortes por dia, mês e ano.

Palavras-Chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; COVID-19; Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This work addresses the practice of Mathematical Modeling, conceived from the perspective of Mathematics Education in the context of the pandemic in 2020. Initially, we present some concepts of Mathematical Modeling, highlighting some considerations for the classroom and the Modeling perspective. This study features qualitative research, carried out with 3rd year high school students at a public school in Salinópolis – Pa. The general objective is to show, through mathematical modeling, the numbers of covid-19 in the year 2020 of health bulletins from the city of Salinópolis/Pa and question students about the usefulness of mathematics in the context of the pandemic. As a result, we brought interdisciplinary debates, of a social nature, in the areas of health, education, geography, biology and mathematics itself, seeking to analyze their contributions to the diagnosis, dissemination of the disease, the discovery of medicines and vaccines. It was also possible to understand that, through the context of the covid-19 pandemic, how mathematics acted through its mathematical models as structuring axes and what the roles of these models are in society, namely: informing through numbers, understanding the disease in a global and local context, understand the speed of contamination and deaths by day, month and year.

Keywords: Mathematics Education; Mathematical Modeling; Covid-19; Interdisciplinarity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Interação com o problema	24
Figura 02 – Boletim epidemiológico COVID-19 de 2020	26
Figura 03 – Extrair dados boletins epidemiológicos	26
Figura 04 – Construção dos gráficos	31
Figura 05 – Alunos fazendo as leituras dos gráficos.....	34
Figura 06 – Leitura dos modelos matemáticos	34
Figura 07 – Analisando as soluções encontradas	37
Figura 08 - Participantes da pesquisa	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Dados da COVID-19 dos meses de fevereiro a julho de 2020.....	24
Gráfico 02 – Boletim epidemiológico 12 de maio de 2020	30
Gráfico 03 – Boletim epidemiológico 12 de maio de 2020	31
Gráfico 04 – Nº de óbitos dos Boletins epidemiológicos.....	32
Gráfico 05 – Nº de óbitos dos Boletins epidemiológicos.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Descrição do número de casos do dia 12/05/2020.....	29
Tabela 02 – Descrição do número de casos do dia 12/05/2020 (tabela elaborada pelos alunos)	29
Tabela 03 - Óbito por idade.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Atividades de Modelagem Matemática e COVID-19.....	22
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	14
3 PROBLEMA DE PESQUISA	15
4 METODOLOGIA.....	15
5. MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO	17
5.1 O Que é Modelagem Matemática?	20
5.2 Quais as etapas da Modelagem Matemática.....	20
5.3 O que é modelo matemático	21
5.4 Modelagem Matemática e a pandemia da COVID-19.....	23
6 ATIVIDADE DE MODELAGEM: DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	Erro! Indicador não definido.24
6.1.1 Etapa I): A escolha do tema	24
6.1.2 Etapa II) A pesquisa exploratória	25
6.1.3 Etapa III - Levantamento dos problemas	27
6.1.4 Etapa IV - Resolução dos problemas.....	27
6.1.5 Etapa V - Análise crítica das soluções	33
7. CONSIDERAÇÕES	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICES	Erro! Indicador não definido.40
ANEXOS.....	51

1 INTRODUÇÃO

O novo Coronavírus (SARS-CoV-2) é um patógeno causador da COVID-19, de modo que tem um risco em grande potencialidade, principalmente pela sua transmissão rápida, o que afetou consideravelmente a população mundial. Trata-se de uma doença infecciosa cujos sintomas mais frequentes são a tosse seca, febre, dor de cabeça, cansaço, entre outros. Entretanto, há infectados que são considerados assintomáticos, ou seja, não demonstram qualquer tipo de sintoma, porém desenvolvem a doença e são agentes transmissivos (Brasil, 2020).

Em meio a esse contexto de pandemia, professores, alunos e demais membros da comunidade escolar precisaram repensar os aspectos concernentes ao ensino remoto, pois o modo presencial era inviável nesse momento devido a disseminação do vírus. Aos professores, de imediato e repentinamente, exigiu-se uma adaptação a uma educação mediada por tecnologias. “Como única possibilidade disponível, as redes de ensino públicas e particulares se debruçaram a viabilizar a continuidade do ensino pelas mãos de diferentes recursos tecnológicos (canais de televisão, salas virtuais, aplicativos, dispositivos móveis, etc.)” (Batista et al, 2021, p. 3).

Agora, nesse novo ‘normal’, a situação se alarmou no pós-pandemia, quando os alunos ficaram meses sem aulas, dificultando ainda mais o acesso aos conteúdos de matemática. Se eles já enfrentavam dificuldades antes da pandemia, imagine a situação agora, depois de quase um ano sem aulas presenciais.

O ponto de partida para a escolha da Modelagem Matemática foram as aulas práticas supervisionadas durante a graduação. Percebemos que a maioria dos alunos tinham dificuldades em entender o conteúdo ministrado pelos professores. Falta de habilidades matemáticas básicas dos alunos, como adição, subtração, multiplicação e divisão, o que cria um ciclo de operações repetitivas com soluções práticas que fazem os alunos perderem o interesse pela matemática.

A Modelagem Matemática em suas inúmeras faces pode contribuir para estas ações em sala de aula, pois de forma interdisciplinar dialoga com outras disciplinas por meio de propostas construídas com os alunos, buscando interações, problematizações e aproximações com experiências dos alunos e da sua comunidade. Assim entendemos que a Modelagem Matemática caracteriza um propício para se trabalhar com a realidade cotidiana, como por exemplo a covid-19, pois segundo Barbosa (2004) em sua concepção de Modelagem Matemática afirma que ela é um

ambiente de aprendizagem onde os alunos são convidados a investigar situações com referência na realidade por meio da matemática. É neste sentido que a Modelagem Matemática é proposta neste estudo.

Com relação à estrutura deste texto, este estudo traz um breve referencial teórico que mostra, a modelagem matemática como uma estratégia de ensino, com subtópicos sobre o que é Modelagem Matemática? Quais são as etapas da modelagem? O que é modelo matemático? A Modelagem Matemática e a pandemia da COVID-19. Em seguida, trazemos a metodologia adotada para a proposta e posteriormente, a atividade, as discussões dos resultados e as considerações sobre este estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Mostrar através da Modelagem Matemática os números da COVID-19 no ano de 2020 a partir dos boletins de saúde do município de Salinópolis/PA e questionar os alunos sobre a utilidade da matemática no contexto da pandemia.

2.2 Objetivos Específicos:

- Analisar os boletins epidemiológicos da COVID-19 do município de Salinópolis no ano 2020;
- Construir gráficos e tabelas mediante aos dados dispostos nos boletins de saúde, com o intuito de mostrar como a matemática foi útil para as tomadas de decisões durante a pandemia;
- Realizar uma leitura crítica dos números da COVID-19 por meio da Modelagem Matemática e a partir dos gráficos, tabelas, textos informativos e vídeos produzir um debate interdisciplinar.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

A motivação para a realização deste estudo, foi mostrar que a Modelagem Matemática pode ser um potencializador do ensino quando traz fenômenos reais para a sala de aula. Assim entendemos que a COVID-19 é um contexto relevante para ser discutido, onde por meio da Modelagem Matemática pode propiciar um debate interdisciplinar, mostrando o papel da matemática em interlocuções com outras áreas do saber. Diante disso, surge a problemática: **De que forma a Modelagem Matemática foi útil para o levantamento dos números da COVID-19 no ano de 2020, no município de Salinópolis/PA?**

4 METODOLOGIA

4.1 A Natureza da pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa construirá uma trilha simplória no sentido de abordar as discussões e resultados de alguns pontos, tais como: Modelagem Matemática e a pandemia da COVID -19 no município de Salinópolis, dialogando com outros saberes que surgirem caracterizando uma discussão interdisciplinar.

Com relação à forma de abordar o problema, será qualitativa por considerar que: “Existem relações dinâmicas entre o mundo real e o objeto do estudo, sendo que o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave” (Silva; Menezes, 2005, p. 55).

Foi utilizado o método fenomenológico, que nos dizeres de Coelho *et al* (2021), é um método baseado na fenomenologia, que estuda a essência e a manifestação das coisas, ou seja, tudo aquilo que se pode perceber do objeto ou do fenômeno utilizando os sentidos. No caso deste trabalho, os resultados do levantamento da Modelagem Matemática para os números da covid-19 no ano de 2020, no município de Salinópolis/PA.

Segundo Gil (2002), esta pesquisa também pode ser classificada do ponto de vista dos procedimentos técnicos como sendo bibliográfica. Será bibliográfica porque “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de

livros e artigos científicos [...]”. Do ponto de vista dos objetivos da pesquisa esta será uma pesquisa exploratória, pois:

Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito [...]. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado [...] análise de exemplos que estimulem a compreensão [...] (Gil, 2002, p.12).

Neste sentido, podemos dizer que tanto a dimensão bibliográfica quanto a dimensão exploratória podem nos fornecer subsídios teóricos e práticos para a formulação de hipóteses, bem como agregar informações confiáveis para este estudo. A pesquisa exploratória busca coletar esses dados do fenômeno em profundidade, entender os resultados obtidos e apresentar os principais impactos para o campo de conhecimento e como esses impactos irão repercutir para os próximos estudos.

4.2 O Lócus da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública de ensino, com 15 alunos do 3º ano do nível médio. A atividade ocorreu em 2 (dois) encontros no dia 23 e 24 de novembro de 2023.

4.3 Levantamento de dados

Com relação ao levantamento de dados, realizamos uma busca no Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores: Modelagem Matemática, Educação Matemática e Pandemia. O período pesquisado foi entre 2020-2023, o idioma: apenas estudos em português, dessa forma, encontramos um total de 2.290 estudos, desse total selecionamos apenas 07. Assim, resultaram 07 estudos, após a filtragem manual, resultaram 4 estudos que foram utilizados no tópico do referencial teórico intitulado: “Um panorama sobre atividades de Modelagem Matemática em sala de aula utilizando como referência a pandemia da Covid-19” e 3 artigos que serviram para compor um breve histórico sobre Modelagem Matemática e outros encaminhamentos da pesquisa. Os outros artigos foram excluídos, pois não tratavam sobre a Modelagem Matemática e não tinham desdobramentos dentro do campo de pesquisa da Educação Matemática.

4.3 A coleta de dados: técnicas e instrumentos de pesquisa

A coleta de dados ocorreu por meio de um debate pautado nas etapas da Modelagem Matemática e conduzido pelos acadêmicos. O que suscitou este debate foi um texto original, através de um levantamento dos números da covid-19 no ano de 2020, no município de Salinópolis/PA. Os registros foram realizados através de fotos dos alunos e do roteiro da atividade. A autorização dos registros foi concedida pelos alunos por meio de um Termo de Livre Consentimento (TLC), apêndice A, entregue no ato do convite a pesquisa e assinado pelos alunos. A observação participante também foi eleita como um dos instrumentos relevantes para recolha dos dados.

4.4 A análise

A análise se dará de forma descritiva e interpretativa dos dados, onde trazemos uma descrição detalhada no tópico a seguir e por meio de citação direta e indireta faremos os diálogos com os autores.

5. MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Utilizada no Brasil por alguns professores, desde o final da década de 1970, a Modelagem Matemática é uma estratégia de ensino que tem sido aprimorada e fortalecida por meio de pesquisas e experimentações ao longo dos anos. Essa metodologia de ensino passou a ganhar destaque, pois possibilita aproximar os conteúdos matemáticos de situações do cotidiano dos estudantes.

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) falam que, embora o saber seja provisório, a Modelagem continua sendo uma forte estratégia de ensino na Educação Matemática. De acordo com os autores, apesar do pouco investimento em pesquisas e práticas fundamentadas na Modelagem, acredita-se, mesmo que minimamente, na aproximação dessa área do conhecimento com a Modelagem Matemática, como uma possibilidade de tornar o aluno autor de seu próprio conhecimento em uma Matemática para a vida.

A partir de experimentações feitas com Modelagem Matemática, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) constataam que ela beneficia tanto o ensino quanto as vivências dos alunos. Essa tendência metodológica envolve a realidade do estudante, fazendo necessário que ele use conhecimentos prévios e adquira novos, para

solucionar um determinado problema, o que torna a aprendizagem mais profunda e significativa.

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 25) destacam que: “O sujeito do processo cognitivo é o apreendedor, é o aluno. Cada pessoa constrói seu conhecimento, o sujeito atribui significados pelos próprios meios”. No ensino de Matemática, a Modelagem como uma prática educacional permite que o aluno seja o centro do processo a partir de uma problemática que envolve a realidade na qual se está inserido.

O uso da Modelagem Matemática como prática educacional se justifica como um importante recurso que possibilita ao aluno aprendizagens munidas de variadas significações referentes à sua realidade. Durante a aplicação da Modelagem, é possível envolver não só a Matemática e seus conceitos como também em parceria com outras disciplinas.

5.1 O Que é Modelagem Matemática?

A Modelagem Matemática de forma simples se resume à criação de um modelo matemático (modelo ou fórmula matemática) para explicar ou compreender um fenômeno natural. Esse fenômeno pode advir de qualquer área do conhecimento. Atualmente, vemos o uso de modelagem matemática na criação, produção de materiais de construção, movimentação de animais, teoria da decisão, crescimento urbano, controle biológico de pragas, etc. (Barbosa, 2003).

O papel atual da Educação Matemática é formar cidadãos capazes de viver em sociedade, respeitar as diferenças, agir de forma crítica e ponderada nas situações cotidianas. Ao utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula, podemos trabalhar a interdisciplinaridade, a transversalidade, mostrando aos alunos como a matemática pode ser útil em suas vidas fora do ambiente escolar e como ela interage com outras disciplinas. O aluno começa a compreender a importância da matemática na compreensão dos fenômenos naturais, como é possível “prever” determinados eventos com fórmulas e modelos, e isso leva ao seu interesse pelas ciências naturais. (Souza, 2018)

A introdução da Modelagem Matemática pode ser feita trazendo a realidade do aluno para dentro da sala de aula por meio da resolução de problemas, pois a

matemática só faz sentido para os alunos quando se torna significativa e prazerosa. Diferentes situações-problema melhoram suas habilidades de interpretação, o aluno assume uma posição crítica quando tenta e consegue analisar que pode haver mais de uma solução e que elas podem ser alcançadas de diversas maneiras (Kato e Silva, 2019).

Podemos observar que isso é necessário para lidar com situações que vivenciamos todos os dias. Precisamos de cidadãos com conhecimentos matemáticos que possam resolver com rapidez e precisão problemas económicos nos negócios, na medicina e em outras situações quotidianas.

Nesse sentido, Barbosa (2003) define a Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e investigar, através da matemática, situações-problema com referência na realidade. Uma vez que a realidade é um dos eixos norteadores da Modelagem Matemática.

Burak (1992), afirma que Modelagem Matemática: “[...] constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62).

5.2 Etapas da modelagem Matemática

Burak (2004) afirma que a modelagem matemática pode ser utilizada em sala de aula a partir de cinco etapas que são norteadas pelo interesse do aluno ou grupo e pelas necessidades do nível educacional que está sendo processado, a saber: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) mapeamento de problemas; 4) resolver tarefas relacionadas à matéria e desenvolver conteúdos matemáticos; e 5) análise crítica de soluções.

Escolher um tema é o primeiro passo. Consiste em um momento em que o professor apresenta aos alunos temas que possam interessá-los, ou os alunos podem propor um tema. Burak (2004) enfatiza que um tema pode ser interdisciplinar, ou seja, não precisa necessariamente estar diretamente relacionado à matemática ou ao conteúdo matemático, mas deve ser de interesse dos alunos. O papel do professor é o de mediador.

A segunda etapa é a pesquisa exploratória, onde os alunos são direcionados a buscar materiais e suportes teóricos que contenham conhecimentos e preconceitos sobre o assunto que está sendo estudado. Pode ser de natureza bibliográfica ou, segundo Burak (2004), também descrever o trabalho de campo. E na próxima etapa, intitulada (pesquisa do problema), especifique os problemas do estudo de mapeamento com base nos materiais encontrados.

A terceira fase (Estudo do Problema) é um momento fecundo para que os alunos pensem em tudo o que pode estar relacionado à matemática, possibilitando-lhes desenvolver problemas simples ou complexos que os levem a possibilidades de aplicação ou mesmo à aprendizagem de conteúdos matemáticos. Nesse processo, o professor atua como mediador das atividades (Burak, 2004).

Após a fase de identificação do problema, os alunos se concentram na resolução dos problemas com o professor. Burak (2004) a define nesta etapa (Solução de tarefas relacionadas à disciplina e desenvolvimento de conteúdos matemáticos), que visa responder aos problemas que surgiram com os conteúdos matemáticos necessários à atividade, que podem ser processados de forma facilmente acessível e depois sistematizada e formalizada.

E por último, a última etapa é (Análise Crítica de Soluções) que nos permite analisar e discutir as soluções que recebemos. Este é também o momento de verificar a viabilidade e aplicabilidade das soluções encontradas, pois segundo Burak (2004), a solução pode parecer matematicamente consistente e inviável como solução para a situação real investigada.

São esses passos que compõem a proposta de modelagem matemática na educação matemática sob o ponto de vista de Burak (2004). Ele ressalta que devido às limitações dos materiais, essas etapas nem sempre precisam ocorrer nesta ordem e quantidade específicas, que seja do lado do aluno ou do professor.

5.3 O que é modelo matemático?

São muitas as situações do nosso cotidiano que requerem decisões ou soluções para problemas específicos. As soluções podem ser simples e algumas necessitam de conteúdos matemáticos elementares, como:

- O tempo necessário para percorrer uma distância, mantendo-se a velocidade média;

- O juro cobrado por uma instituição financeira a um determinado empréstimo;
- A área de um terreno de forma retangular.

A expressão de uma situação por meio de uma linguagem matemática, pode ser entendido como modelo matemático e depende de cada circunstância para ser compreendido como uma aplicação de boa qualidade. Para Biembengut e Hein (2005) um modelo matemático demanda um detalhamento na sua formulação, fazendo dele uma ferramenta fundamental para o avanço da ciência.

Seja qual for o caso, a resolução de um problema, em geral quando quantificado, requer uma formulação matemática detalhada. Nessa perspectiva, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questões ou problema de situação real, denomina-se “modelo matemático”. Na ciência, a noção de modelo é fundamental. Em especial a Matemática, com sua arquitetura, permite a elaboração de modelos matemáticos, possibilitando uma melhor compreensão, simulação e previsão do fenômeno estudado (Biembengut; Hein, 2005, p.12).

Qualquer formulação ou linguagem matemática usada para expressar uma situação problema descreve e caracteriza um modelo matemático. Isso não significa que o modelo é válido, pois deverá ser exposto a análise e confirmação de sua aplicabilidade, contudo sua representação necessita somente de termos comuns da matemática.

Para (Biembengut, 1999), essa argumentação é compreendida em circunstâncias similares. O modelo é uma sequência de expressões matemáticas que aproximam da realidade a ser descrita, porém isso nem sempre é possível ou é realizado.

5.4 Modelagem Matemática e a pandemia da COVID-19

Esta seção traz um panorama de atividades que trazem uma abordagem de temas relacionados a Covid-19, o objetivo é mostrar como essa temática vem sendo discutida na sala de aula, principalmente no contexto do ensino básico e quais os conteúdos matemáticos e as discussões interdisciplinares foram desenvolvidas ao longo dessas atividades tendo como referência a pandemia.

Neste sentido, podemos então destacar o estudo de Ramon e Klüber (2021), onde ambos sugerem aos alunos realizarem uma atividade, onde o objetivo era explorar dados, curvas e modelos sobre COVID-19, mais especificamente sobre os dados referentes ao número de mortes no ano de 2020. A proposta utilizou um software que possibilitou aos alunos a gerarem nuvens de palavras sobre sua percepção sobre os modelos analisados. Os principais conceitos matemáticos que foram abordados nesta atividade são estes: significado de um gráfico, gráfico de funções, funções trigonométricas, estimativas, ajuste de curvas.

Quadro 01- Atividades de Modelagem Matemática e COVID-19

Atividade realizada	Descrição	Tópicos abordados
Tarefa 1: Explorando dados, curvas e modelos sobre COVID-19	Com base em dados sobre o número de mortes ocorridos no Brasil de fevereiro de 2020 a dezembro ocasionadas pela COVID-19, apresentados em um plano cartesiano, foi questionado aos estudantes sobre o significado do gráfico. Para tanto, os estudantes deveriam expor o significado usando três palavras no <i>software on-line mentimeter</i> ¹² , que gerou uma nuvem de palavras contendo as principais ideias apresentadas pelos estudantes, que foram discutidas entre os estudantes e professores. Após esse momento, foi solicitado que os estudantes, divididos em grupos e direcionados a outra sala virtual, apresentassem uma função Matemática que melhor descrevesse os dados apresentados. Por um determinado período o professor circulou virtualmente pelas salas para mediar as discussões e entendimentos. Encerradas as discussões, cada grupo expôs as suas conclusões e as dificuldades encontradas durante a atividade.	<i>Temáticas abordadas:</i> mortes ocasionadas pela COVID-19, número de infectados, cuidados a serem tomados para evitar a contaminação. <i>Conceitos matemáticos elencados:</i> significado de um gráfico, gráfico de funções, funções trigonométricas, estimativas, ajuste de curvas.

Fonte: Klüber e Ramon, 2021.

Miranda e Rabelo (2022), elaboraram uma sequência didática com o objetivo abordar a representação gráfica de dados para o Ensino Médio, utilizando a Modelagem Matemática. Como fonte de informação, os dados utilizados foram da pandemia da COVID-19 na Região Sudeste Goiano. Esta atividade permitiu gerar algum nível de criticidade nos alunos nas tomadas de forma consciente, como por exemplo sobre a importância da vacinação, dos cuidados para evitar a contaminação e sobre a consulta de fontes de informação confiáveis sobre a COVID-19.

Silva *et al* (2021) sugeriram aos alunos em sua proposta que os dados da dispostos no do gráfico 01, sobre o número de mortes causado pela COVID-19 nos períodos de fevereiro a julho de 2020, no Brasil e em outros países, servissem de

subsídios para uma aula de função exponencial, e a partir disso mostrar os valores do crescimento de forma exponencial, dessa forma os autores indicaram também que os alunos elaborassem um modelo matemático para esses dados do gráfico 1. A intenção desse modelo exponencial era verificar a possibilidade de prever tendências futuras sobre a quantidade de mortes e soluções de como frear a curva de crescimento de mortes (curva exponencial). Esse estudo utilizou como referência a definição de Burak (1992), que considera a Modelagem Matemática como: um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente os fenômenos cotidianos.

Gráfico 01 – Dados da COVID-19 dos meses de fevereiro a julho de 2020.



Fonte: Silva et al (2021).

Neste sentido o estudo de Moreira e Petry (2022), afirmam que a Modelagem Matemática, apropriando-se de modelos da epidemiologia permite realizar simulações de contextos distintos, dessa forma podendo assim, auxiliar os gestores em uma escala nacional e internacional nas tomadas de decisões, o que permite também uma análise mais assertiva e embasada sobre os impactos de suas decisões sobre a pandemia. Assim, os autores descrevem que, foi realizada uma adaptação dos modelos SIR e SIRS, que simulam a dinâmica entre indivíduos suscetíveis, infectados

e removidos, com a finalidade de simular o desenvolvimento da pandemia no Brasil. Ao buscarem respostas para as taxas de transmissão e letalidade, o estudo permitiu estudar sistemas de equações matemáticas, funções, taxas de crescimento e decrescimento).

6 ATIVIDADE DE MODELAGEM: DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este tópico aborda a atividade de Modelagem Matemática realizada em uma turma com 15 alunos do 3º ano do nível médio. A atividade ocorreu em 2 (dois) encontros no dia 23 e 24 de novembro das 19h às 21h, onde estruturamos algumas problematizações apoiadas nas etapas de Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática.

6.1 As etapas

6.1.1 Etapa I): A escolha do tema

1): A escolha do tema

Nesta etapa recomenda-se que tanto o aluno quanto o professor podem escolher o tema. Segundo Barbosa (2001), o professor traz para a sala um problema de outra área da realidade (não necessariamente precisa ter uma ligação direta com a matemática), cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução. Sendo assim, levamos o tema para sala de aula, “Modelagem Matemática e a pandemia da COVID – 19 no município de Salinópolis-Pa no ano de 2020”.

Nesta etapa, perguntamos aos alunos se já ouviram falar do tema. Nesse momento, de acordo com Burak (2015), é importante que a turma seja dividida em grupos para favorecer as interações durante os desdobramentos da proposta. Sendo assim, dividimos a turma em três grupos de cinco alunos.

No primeiro encontro os alunos mostravam-se bem curiosos sobre o assunto durante a aula, pois a professora da turma já havia mencionado a pesquisa proposta. Nesse ambiente convidativo, exibimos um vídeo, como mostra a (Figura 01) sobre a trajetória da pandemia intitulado: COVID-19: a história completa!

Figura 01 – Interação com o tema.



Fonte: autoras da pesquisa, 2023.

O objetivo do vídeo era compor um ambiente convidativo como sugere Barbosa (2001), trazer informações sobre o tema, bem como sua trajetória até chegar no Brasil. O tema escolhido, foi um tema de relevância social, traz informações e principalmente conscientização por meio da matemática, favorecendo e clarificando o debate por meio dos gráficos, quadros e tabelas. A seguir, Kato e Silva (2012) enfatizam as potencialidades da Modelagem Matemática para o ensino de conceitos, das discussões geradas nesse ambiente e seus desdobramentos no cotidiano.

A Modelagem na Educação Matemática tem sido amplamente discutida nos diversos cenários da pesquisa e da prática do processo de ensino e aprendizagem da Matemática em todos os níveis de ensino. Dentre estas discussões, destaca-se a potencialidade da Modelagem Matemática não somente para o ensino e aprendizagem de diversos conceitos matemáticos, mas, também, para a formação cidadã dos estudantes. Nessa visão, a Modelagem Matemática pode propiciar muitas oportunidades nas quais os estudantes podem levar as discussões da sala de aula para o seu cotidiano, à conscientização acerca do seu papel na sociedade, bem como provocar mudança na sua forma de ver o mundo (Kato; Silva, 2012, p. 2).

Pretendemos nesta pesquisa, subsidiar reflexões privilegiadas sobre esse papel que alcance a formação cidadã, onde os discursos favorecidos pela temática excedam os muros da escola e causem efeitos nas suas decisões cotidianas. Neste sentido, Kato e Silva (2012) revelam essa característica da formação cidadã na Modelagem na perspectiva sociocrítica como uma potencialidade.

6.1.2 Etapa II) A pesquisa exploratória

Nesta fase da proposta, lemos um texto informativo sobre um breve histórico da pandemia da COVID-19 (o texto mencionado foi retirado do site da OMS), o objetivo do mesmo, era propiciar uma discussão ampla sobre o tema e conhecer a origem, características e a trajetória da doença, os tratamentos e as principais medidas (decisões) tomadas mediante esse contexto pelas autoridades.

Outra fonte de dados utilizados na pesquisa exploratória, foram os boletins de saúde retirados do site da secretaria de saúde de Salinópolis – Pa. Os dados tinham como base o levantamento sobre a pandemia, especificamente dos dias: 08, 12, 13 e 14 de maio de 2020 em Salinópolis – Pa, como mostra a (Figura 02).

Figura 02 – Boletins epidemiológicos da COVID-19 em maio de 2020.



Fonte: secretaria de saúde de Salinópolis-Pa.

Os dados extraídos desses boletins de saúde foram fundamentais para que os alunos realizassem a pesquisa exploratória. Nesses boletins da COVID-19 no ano de 2020 estavam registrados a quantidade de casos, distribuídos da seguinte forma: casos confirmados, casos recuperados, casos em análise, casos descartados e óbitos por faixa etária, como mostra a (Figura 03).

Figura 03 – Alunos extraindo dados dos boletins epidemiológicos.



Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

É neste momento que ocorre a pesquisa exploratória de acordo com Burak (2005), onde os alunos juntamente com o professor se direcionam para a busca de fontes que possam mostrar informações privilegiadas sobre a temática em debate.

Burak e Klüber (2008) corroboram com esta ideia enfatizando que nesta etapa os alunos buscam vários subsídios teóricos que possam fornecer informações sobre o fenômeno estudado.

Escolhido o tema a ser pesquisado, encaminham-se os alunos para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos, os quais contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar. A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta (Burak; Klüber, 2008, p. 5).

Neste caso, na etapa da pesquisa exploratória, os alunos realizaram uma pesquisa bibliográfica, pois os boletins dos dias 08, 12, 13 e 14 de maio de 2020 e o texto da OMS serviram de subsídio para o levantamento de informações sobre a doença no município de Salinópolis-Pa.

6.1.3 Etapa III - Levantamento dos problemas

Burak (2005) afirma que em uma proposta de Modelagem Matemática, assim que obtiverem o material coletado na etapa de pesquisa exploratória, podemos elencar que posição e quais conceitos matemáticos podemos utilizar e posteriormente criar ou não modelos matemáticos para solucionar os problemas.

A seguir destacamos alguns questionamentos realizados aos alunos, a intenção neste momento foi criar um ambiente fecundo para os alunos conjecturarem

sobre tudo que pode ter relação com a matemática. Dessa forma, os alunos podem elaborar problemas simples ou complexos que os direcionem para possibilidade de aplicação ou ainda para a aprendizagem de conteúdos matemáticos de acordo com os direcionamentos de Burak (2004) para esta etapa.

Nesse processo, o professor atua na condição de mediador das atividades segundo Burak (2004). Neste sentido, mediamos estas conjecturas realizando essas perguntas e instigando os alunos a pensarem sobre possíveis problemas a serem resolvidos na etapa seguinte, como: **Como a matemática influenciou no controle da COVID-19? Quais estratégias foram utilizadas para conter a doença?**

A partir destas perguntas norteadoras, nos direcionamos a encontrar estratégias para resolvê-las.

6.1.4 Etapa IV - Resolução dos problemas

Aqui nesta etapa, buscamos responder os problemas que foram levantados, instigando os alunos a buscarem estratégias por meio da análise de modelos e conteúdos matemáticos estudados anteriormente. Nesta atividade, o professor exerceu o papel de mediador da aprendizagem.

Através dos dados extraídos dos boletins epidemiológicos foram criadas tabelas para elaboração de três tipos de gráficos: setor, coluna e barra. Para o gráfico de setores foram usados os dados dos números dos casos confirmados, descartados, análise, recuperados e óbitos do boletim do dia 12 de maio de 2020 e para os alunos do segundo grupo os dados dos óbitos de todos os boletins onde foram construídos os gráficos de barras e colunas.

No começo da atividade os alunos acharam fácil, mas com o desenvolvimento da mesma as dificuldades foram aparecendo e eles ficaram ansiosos e nervosos, principalmente quando precisaram tirar as informações para a criação das tabelas. Muitos queriam desistir pois, eles não tinham tido aula sobre gráficos nem tabelas ainda, mas com uma boa conversa e orientações voltaram a realizar as tarefas, conseguindo criar as tabelas.

Foram fornecidos aos alunos papel em branco, transferidor e lápis de cor. Para a criação das tabelas foi usada a regra de três simples, sendo obtido o resultado em

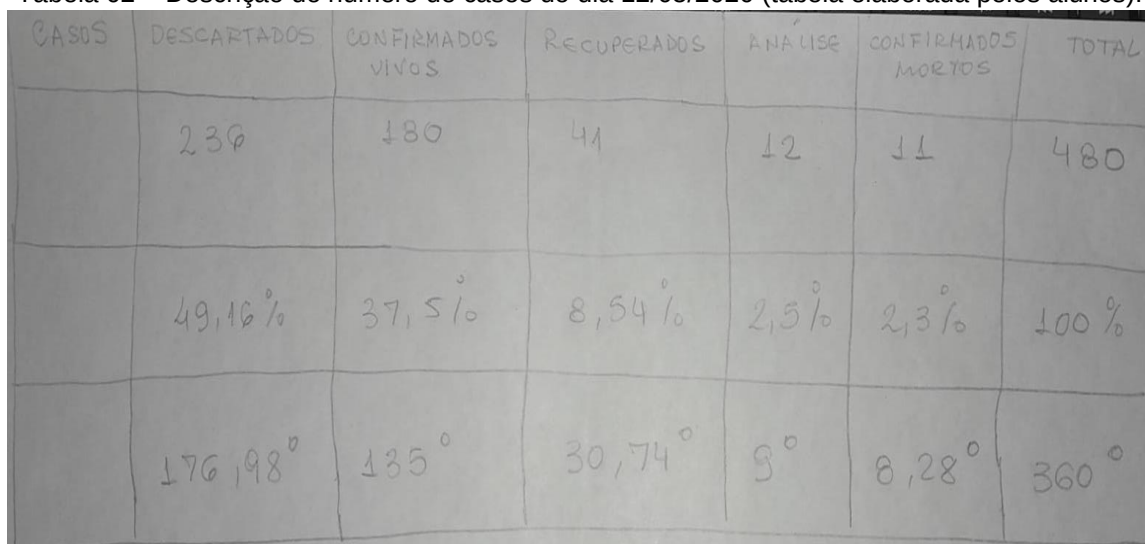
graus como mostra a (Tabela 01¹), estes valores que servirão de base para a elaboração do gráfico de setores.

Tabela 01 – Descrição do número de casos do dia 12/05/2020.

CASOS	NÚMERO DE CASOS	PORCENTAGEM	ÂNGULO CENTRAL
DESCARTADOS	236	$(236:480) \times 100 = 49,16 \%$	$(49,16 \times 360):100 = 176,98^\circ$
CONFIRMADOS VIVOS	180	$(180:480) \times 100 = 37,5 \%$	$(37,5 \times 360):100 = 135^\circ$
RECUPERADOS	41	$(41:480) \times 100 = 8,54 \%$	$(8,54 \times 360):100 = 30,74^\circ$
ANÁLISE	12	$(12:480) \times 100 = 2,5 \%$	$(2,5 \times 360):100 = 9,00^\circ$
CONFIRMADOS MORTOS	11	$(11:480) \times 100 = 2,3 \%$	$(2,3 \times 360):100 = 8,28^\circ$
TOTAL	480	100%	360°

Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

Tabela 02 – Descrição do número de casos do dia 12/05/2020 (tabela elaborada pelos alunos).



CASOS	DESCARTADOS	CONFIRMADOS VIVOS	RECUPERADOS	ANÁLISE	CONFIRMADOS MORTOS	TOTAL
	236	180	41	12	11	480
	49,16%	37,5%	8,54%	2,5%	2,3%	100%
	176,98°	135°	30,74°	9°	8,28°	360°

Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

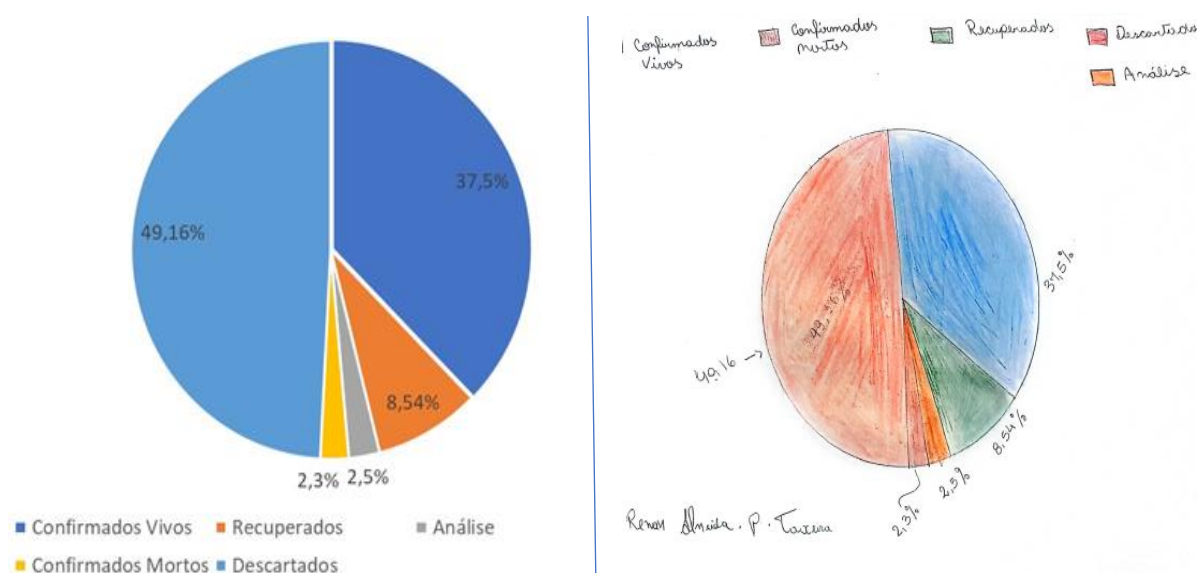
Com os dados extraídos e organizados partiu-se para a criação dos gráficos, mas novamente os alunos tiveram muitas dificuldades, pois, eles nunca tinham usado um transferidor e seria necessário no gráfico de setores. Nessa hora é essencial o

¹ As duas tabelas mostradas (Tabela 01) e (Tabela 02) indicam que: a primeira tabela (tabela 01) foi reproduzida pelas autoras desta pesquisa e a segunda tabela (é a tabela original produzida à mão pelos alunos participantes da pesquisa). Ambas representam a mesma amostra, referentes aos boletins epidemiológicos.

papel mediador do professor pois através de exemplos e incentivos o aluno adquire confiança para retomar a atividade.

Com isso o primeiro grupo conseguiu realizar a construção de um gráfico de setores. O gráfico 03, representa os dados referentes ao boletim do dia 12 de maio de 2020 em porcentagem.

Gráfico 02 - Boletim epidemiológico de 12 de maio de 2020.

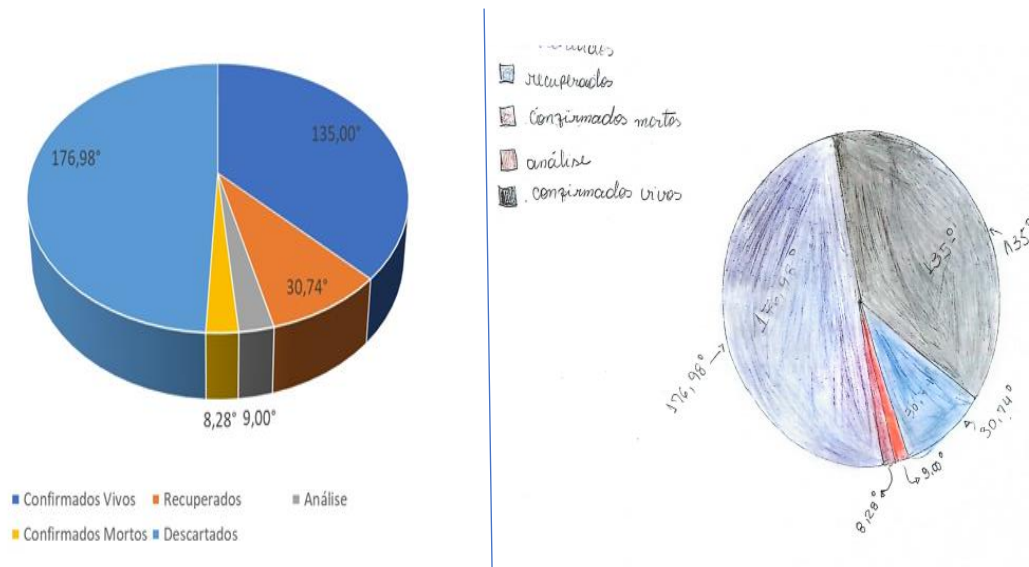


Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

Com os dados coletados dos boletins, os alunos iniciaram a construção dos gráficos, utilizando a regra de três simples para calcular a porcentagem de cada caso, onde o resultado obtido será o grau da circunferência do gráfico de setor, como mostra o (Gráfico 04²):

² Os dois gráficos mostrados nas páginas seguintes, assim como (Gráfico 03) indicam que: o primeiro gráfico foi reproduzido pelas autoras desta pesquisa e o segundo gráfico (é o gráfico original produzido à mão pelos alunos participantes da pesquisa). Os dois gráficos representam a mesma amostra, referentes aos boletins epidemiológicos.

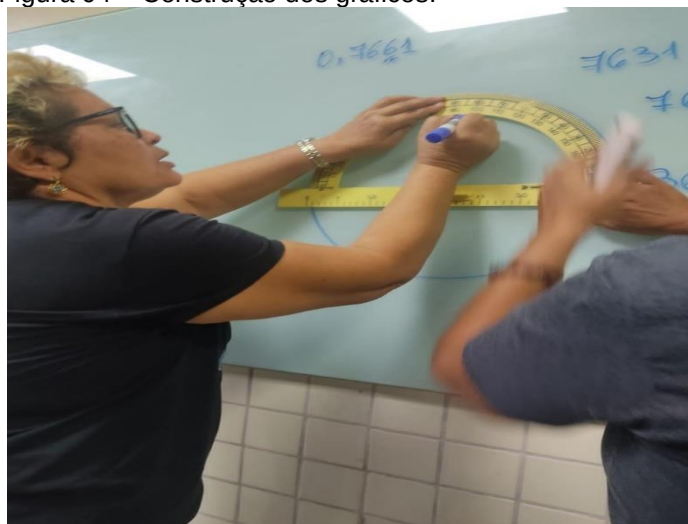
Gráfico 03 - Boletim epidemiológico de 12 de maio de 2020.



Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

As autoras deste estudo, precisaram retomar a elaboração de gráficos com os alunos, mediando a aprendizagem dos mesmos, pois a leitura e tratamento da informação era um conteúdo que ainda estava sendo ministrado para a turma.

Figura 04 – Construção dos gráficos.



Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

Com a criação da tabela dos óbitos por faixa etária dos boletins do mês de maio de 2020 dos seguintes dias: 08, 12, 13 e 14 foram criados os gráficos de colunas e tabelas, conforme a tabela 03.

Tabela 03 - Óbito por idade.

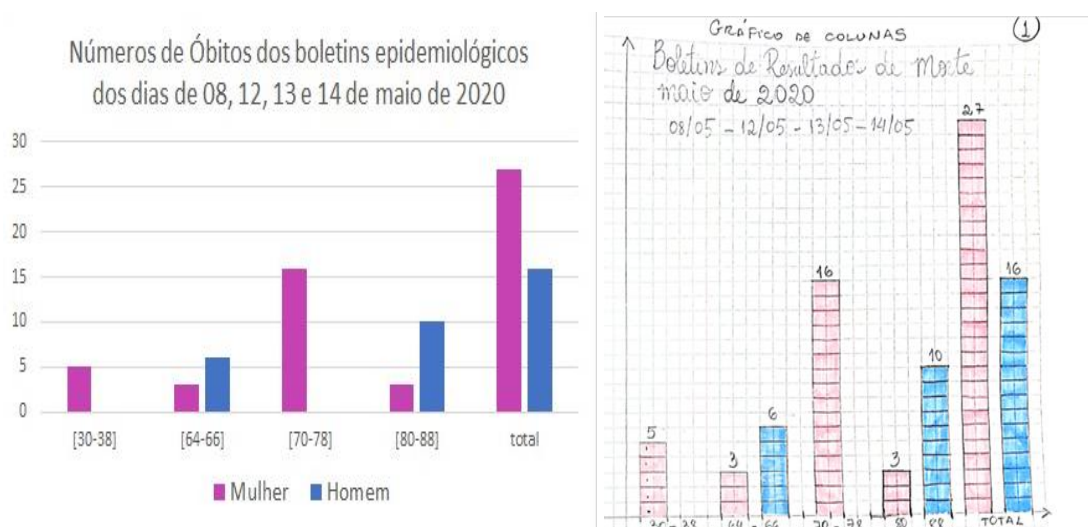
Idade	30	36	38	64	66	70	72	75	76	78	80	82	84	86	88
-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Mulher	2	2	1	3	x	4	4	3	3	2	x	x	X	x	3
Homem	X	X	X	3	3	X	X	X	X	X	4	4	1	1	x

Fonte: Autoras da pesquisa.

Sugerimos que os alunos criassem um gráfico de colunas que mostrasse o número de óbitos por faixa etária a partir dos dados dos boletins de saúde, como mostra o (Gráfico 04):

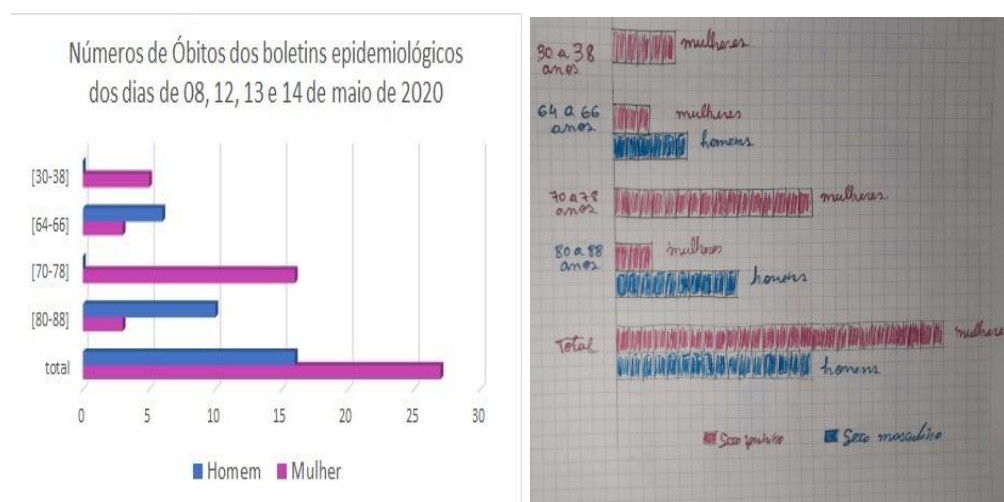
Gráfico 04 – Números de óbitos dos boletins epidemiológicos.



Fonte: autoras da pesquisa, 2023.

Um outro gráfico elaborado pelos mesmos, foi o gráfico de barras (Gráfico 05). O objetivo de mostrar todos esses dados de forma sistematizada, era facilitar a leitura e compreensão de como a matemática foi útil para a pandemia, que através de gráficos e tabelas produzidos a partir de dados disponibilizados no site da secretaria de saúde, nós conseguimos enfatizar a importância da matemática no contexto da pandemia da COVID-19.

Gráfico 05 - Números de óbitos dos boletins epidemiológicos.

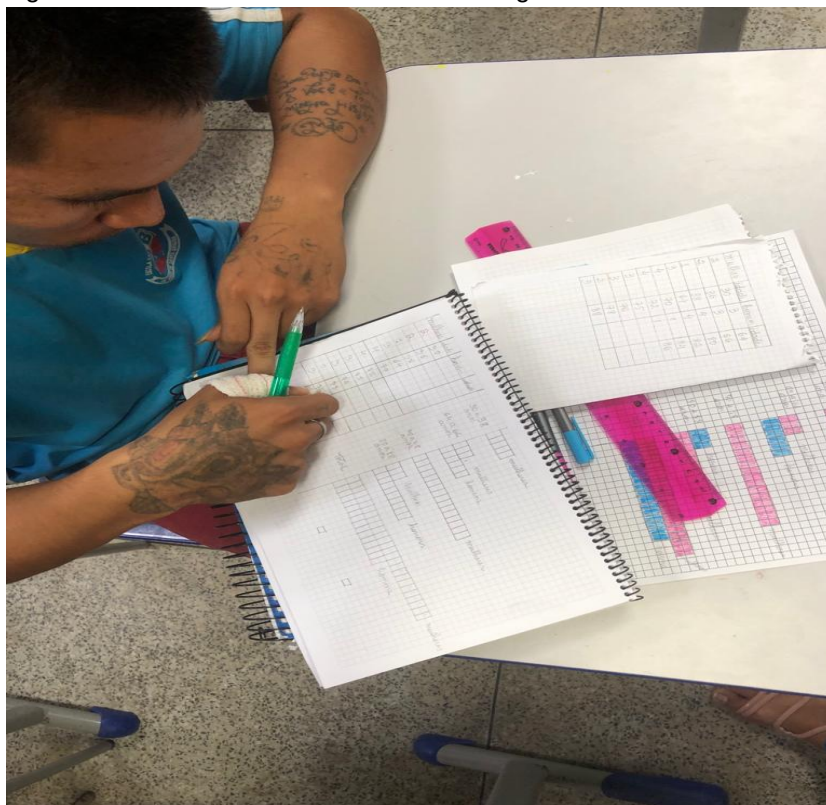


Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

É chegada a hora de sistematizar o conhecimento prévio e ampliá-lo, possibilitando o aluno tornar-se um cidadão participante, pois, o mesmo entrará em contato com situações em que deverá utilizar o tratamento da informação para compreender de forma crítica o mundo que o rodeia.

Acredita-se que quando o conhecimento se alia ao lúdico, a aprendizagem se torna um processo interessante e significativo, possibilitando o aluno buscar cada vez mais a compreensão dos fatos a partir do conhecimento adquirido. Nessa atividade foi usado o tratamento da informação, ou seja, a etapa crucial no processo de interpretação de dados em gráficos e tabelas. Essa prática envolve a organização, análise e apresentação clara e objetiva, possibilitando a extração de informações relevantes de saberes interdisciplinares.

Figura 05 – Alunos fazendo as leituras dos gráficos.



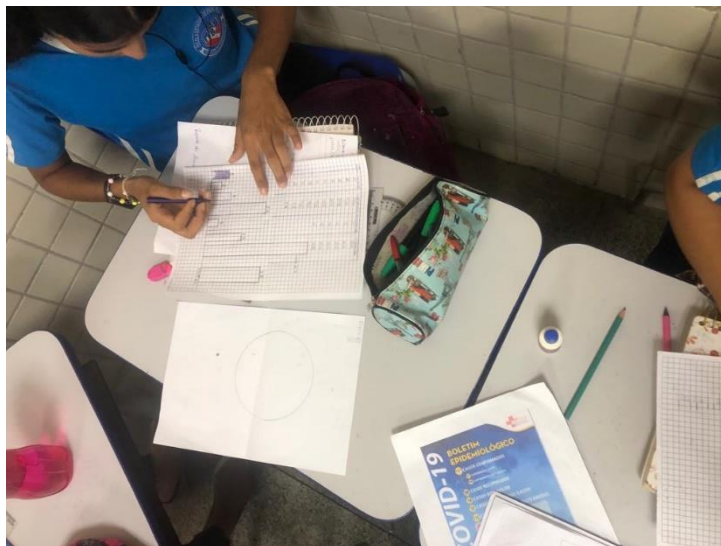
Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

Orey e Rosa (2007) pontua com bastante ênfase o papel da Modelagem na perspectiva sociocrítica, que é principalmente valorizar o conhecimento dos alunos, provocar inquietações e interpretações para desenvolver um nível de criticidade, possibilitando a atuação crítica na sociedade, tomando estas ideias como as características também dessa perspectiva.

Assim, acreditamos na eficácia da modelagem como uma estratégia de ensino-aprendizagem em matemática, pois esta valoriza o conhecimento e incentiva a atuação sociocrítica dos alunos. Nesta abordagem, a matemática passa a ser uma disciplina instrumental que deve ser adequadamente utilizada e desenvolvida utilizando-se questionamentos e inquietações que fazem parte do ambiente natural no qual os alunos estão inseridos. Nesse processo, a finalidade da modelagem é desenvolver a capacidade crítica de análise e a interpretação de dados, de formular e testar hipóteses e de elaborar e verificar a eficácia dos modelos (Orey; Rosa, 2007, p. 07).

Ao realizarem a leitura dos modelos matemáticos (gráficos, quadros e tabelas), desenvolvemos a capacidade crítica dos alunos e verificamos a eficácia dos modelos como sugere, Orey e Rosa (2007).

Figura 06 – Leitura dos modelos matemáticos.



Fonte: Próprio autor, 2023.

A leitura dos gráficos e tabelas sobre os dados da pandemia no município de Salinópolis-Pa, trouxe um olhar crítico para o fenômeno a partir do contexto geográfico onde o aluno está inserido. Proporcionou também uma visão interdisciplinar do fenômeno que foi analisado a partir de um conjunto de saberes que vão ao encontro da biologia, saúde, da geografia e da própria matemática.

6.1.5 Etapa V - Análise crítica das soluções

Neste momento retomaremos os objetivos, os problemas e as possíveis soluções que foram encontradas. Neste momento, realizamos um debate entre os grupos para analisar a viabilidade das soluções encontradas. Traremos alguns questionamentos no intuito de saber se as soluções são viáveis, como por exemplo:

Acadêmica: Como a matemática influencia no controle da covid?

Aluno A: Ajuda na criação de gráficos onde mostra os números dos casos da doença.

Acadêmica: Quais as estratégias que foram utilizadas para conter a doença?

Aluno A: Uso de máscaras, cuidados de higiene, álcool 70 e ficar na casa para prevenir a saúde e as vacinas para a imunização contra a doença.

Acadêmica: Como a matemática influencia no controle da COVID-19?

Aluno B, C, D e E: A matemática influencia ao saber quantas pessoas estão infectadas, quantas pessoas se recuperaram e quantas foram a óbito. E assim o quantas foram a óbito. E assim o quantas pessoas pegaram a doença e veio a falecer e saber o dano que a covid causou ao mundo.

Acadêmica: Quais estratégias foram utilizadas para conter a doença?

Aluno B, C, D e E: Estratégias bem sucedida, mas mesmo assim a doença avançou bastante e se desenvolveu, a distância, o álcool em gel, usar máscara foram as principais estratégias, mas enfim a pandemia foi parando e o mundo foi melhorando da covid e assim superamos mais uma causa de mortes na humanidade e no mundo.

Acadêmica: Como a matemática influencia no controle da covid 19?

Aluno F: através da matemática podemos obter os gráficos e assim podemos ter noção do quanto o vírus se expande e calcular se está em queda, nos atualiza sobre como a pandemia está em vários lugares do mundo.

Tendo em vista estes questionamentos, os alunos realizaram as análises dos modelos e a partir dessa discussão surgiram algumas características da perspectiva sociocrítica, como a democracia prevista no estudo de Jacobini e Wodewotzki (2006), os autores afirmam que é possível fazer os alunos olharem para a Matemática e para a realidade social ao mesmo tempo por meio de um trabalho investigativo, onde os mesmos possam ter a oportunidade de conviver com os conteúdos práticos, que sejam úteis e tenham significado, neste sentido o interesse maior é contribuir na formação da cidadania dos alunos.

Na concepção de Bean (2007), o trabalho com Modelagem Matemática está baseado em premissas e pressupostos que configuram um processo norteado pelo objetivo da transformação da realidade. Por meio do processo de modelagem, os modelos são construídos e sofrem modificações para se adaptarem à realidade dos alunos, sendo a motivação e a compreensão de conteúdos matemáticos os alicerces desse processo. Bean concebe a Matemática Aplicada como um ponto de partida para descrever o processo de modelar e, quanto à fundamentação epistemológica vigente do processo.

Abreu (2011) comunga das ideias de Bean (2009) e faz uma apropriação acerca das premissas e pressupostos que surgem dos estudos de Modelagem Matemática do autor: as premissas são as teorias ou princípios que uma pessoa, conscientemente ou não, utiliza para fundamentar seu raciocínio; já os pressupostos são afirmações do que está compreendido como realidade, sem a pretensão de se comprovar isso.

Algumas abordagens são feitas a partir do estudo realizado em vários trabalhos e em obras de profissionais que utilizam a Modelagem Matemática como guia, e defendem que um trabalho com essa tendência seja válido ao professor, para que

este possa auxiliar o aluno na crítica, na pesquisa e na vontade de buscar e aprender cada dia mais.

Figura 07 – Analisando as soluções encontradas.



Fonte: Próprio autor, 2023

Em qualquer processo ou atividade, o articulador da situação necessita de um planejamento bem estruturado e de muita conexão com o tema. Não há possibilidade de uma estruturação de bom nível sem uma quantidade significativa de dedicação, empenho e audácia. Nesse processo de implementação de modelagem matemática, a condição básica para o professor aprender para poder ensinar, se resume no nível de “atrevimento” e esforço disposto a colocar no planejamento, desenvolvimento e execução da atividade.

Se estamos interessados em construir uma sociedade democrática, onde as pessoas possam participar de sua condução e, assim, exercer cidadania, entendida aqui genericamente como inclusão nas discussões públicas, devemos reconhecer a necessidade de as pessoas se sentirem capazes de intervir em debates baseados em matemática (Barbosa, 2003, p. 6).

Barbosa (2003, p. 06) sustenta que, “a capacidade de compreender e criticar argumentos matemáticos postos nos debates locais ou gerais pode potencializar a intervenção das pessoas nas tomadas de decisões coletivas.” São decisões, neste caso, que ajudam a conscientizar, diagnosticar e tratar e informar a sociedade por meio de modelos matemáticos. Burak e Klüber (2008) falam das dimensões que essas discussões podem tangenciar.

A análise crítica da(s) solução (ões) é uma atividade que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e a argumentação lógica, discutindo, também, a coerência da solução do(s) problema(s) às situações da realidade estudada. É um momento importante para a discussão de aspectos relacionados à Matemática, à Sociedade, à Cultura, à Economia e à Política (Burak; Klüber, p.13, 2008).

Sobre o questionamento de mundo por meio de modelos matemáticos, Burak (2010) dá ênfase para a interdisciplinaridade.

Mostra a Matemática fazendo **parte do todo** e se constituindo em uma poderosa ferramenta para a leitura do mundo, mas que pode e deve contar com o concurso de outras áreas do conhecimento para favorecer a compreensão e dar significado àquilo que se constata por meio da matemática. Um exemplo é o alto índice de poluição, isto é indicado por forma numérica ou gráfica, no entanto o número ou o gráfico não resolvem a situação da poluição que precisa dos conhecimentos de outras ciências para dar significado, favorecer a compreensão e os encaminhamentos de soluções (Burak, 2010, p. 14).

A Modelagem Matemática como uma tendência interdisciplinar promove e atua com propostas interdisciplinares no campo do ensino, como este estudo, que trouxe temas de relevância social, principalmente da área da saúde para o debate em sala de aula.

Sendo assim, os resultados deste estudo mostraram o que a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2017) prevê sobre a Modelagem Matemática para essa modalidade de ensino:

No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade –, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas (Brasil, 2017, p. 265).

Por meio da análise de modelos matemáticos, pudemos identificar situações do mundo real em constante diálogo com a matemática e com outras áreas, mostrando dessa forma que a Modelagem Matemática é uma prática interdisciplinar.

Figura 08 - Participantes da pesquisa.



Fonte: Autoras da pesquisa, 2023.

O presente estudo também oportunizou os alunos a discutirem sobre temáticas relevantes de cunho social em especial a área da saúde e suas relações com a matemática e com outras áreas, produzindo problematizações, conjecturas e tomando decisões conscientes na vida real.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomar os objetivos deste estudo, podemos concluir que os mesmos foram alcançados. Pudemos trabalhar com um fenômeno do mundo real vivenciado em âmbito global e fazer um recorte dessa realidade e levar para a educação básica, de forma mais específica para o 3º ano do ensino médio, a partir do convite a pesquisa iniciamos os estudos sobre o fenômeno por meio de uma proposta de Modelagem Matemática, onde sugerimos o estudo da covid-19 no município de Salinópolis e como a matemática foi útil para o controle e até mesmo para os estudos sobre a COVID-19. Então, destacamos aqui que os alunos conseguiram observar como a matemática esteve presente e atuou de maneira significativa para entender a trajetória e as estratégias de controle da doença.

A atividade em questões oportunizou diálogos interdisciplinares: entre saúde, matemática, biologia, física, psicologia. Foi possível observar que a utilização da

Modelagem Matemática como metodologia de ensino, de modo 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.

Foi possível considerar também que, nem todo processo de modelagem consegue atingir todos os aspectos matemáticos. Porém fazer aproximações e trabalhar com essas limitações são essenciais para sucesso do ensino-aprendizagem. Várias situações fogem do nosso domínio, então fazemos “recortes” com o que podemos e conhecemos no estudar. Enfatiza-se que, a habilidade de observar obstáculos e reconhecer seu alcance em uma atividade de modelagem é uma demonstração de aprendizagem.

Houve dificuldades dos alunos na criação dos gráficos, criando uma percepção do educador, que o estudante deve ter uma participação verdadeiramente ativa no processo de ensino para a aprendizagem da Matemática. Percebendo a sua utilização no cotidiano, identificando que os conceitos e conhecimentos matemáticos construídos podem servir para transformar o mundo em sua volta e desenvolvendo a capacidade de selecionar dados, organizar informações, elaborar hipóteses, formular questionamentos, avaliar resultados e emitir opiniões e sugestões que contribuam para a tomada de novos rumos nesse processo de ensino para a aprendizagem.

Foi possível concluir também através dessa proposta, que no contexto da pandemia da COVID-19 no âmbito da Modelagem Matemática, que a matemática mostrou seus papéis frente a sociedade, a saber: informar por meio de números, entender a doença num contexto global e local, entender a velocidade de contaminação, mortes (por dia, mês e ano) e mostrar seu papel formatador e crítico nas tomadas de decisões em fenômenos reais como a pandemia.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. O. C. de. **A prática de modelagem matemática como um cenário de investigação na formação continuada de professores de matemática** 103 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – SIPEM, 2, 2003, Santos. **Anais...** São Paulo, SP: SBEM. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253f. Tese (Doutorado em Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2001.
- BATISTA, Flávia Dias. *et al.* **Jogos e Modelagem na Educação Matemática**. 1. Ed. São Paulo: Saraiva. 2021.
- BEAN, D. O que é modelagem matemática? **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano 8, n. 9-10, p. 49-57, abril. 2007.
- BIEMBENGUT, Maria Salett, HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2005.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, 1999.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Programas Pesquisas e Ações em Saúde dos Institutos de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2020.
- BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: I ENCONTRO DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – I EPMEM. **Anais ...** Londrina, 2004.
- BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática em Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.
- BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Modelagem na Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.
- BURAK, Dionísio. Modelagem matemática: experiências vividas. **Analecta**, v. 6, n. 2, p. 33-48, 2005.

BURAK, Dionísio; MARTINS, Márcio André. Modelagem Matemática nos anos iniciais da Educação Básica: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, 2015.

COELHO, Yuri Cavaleiro de Macêdo; OLIVEIRA, Endell Menezes de; ALMEIDA, Ana Cristina Pimentel Carneiro de. Discussões e tendências das teses e dissertações sobre formação de professores de Ciências em espaços não formais: uma revisão bibliográfica sistemática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, p. e19989, 2021.

COVID-19: A HISTÓRIA COMPLETA!
<https://youtube.com/watch?v=LutiaQybgfo&si=WoTTnVNFUIcyjSSa>.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HISTÓRIO DA PANDEMIA DE COVID-19. <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma Reflexão sobre a Modelagem Matemática no Contexto da Educação Matemática Crítica. **Bolema**, n. 25, p. 71-88, 2006.

KATO, Lilian Akemi; KLÜBER, Tiago Emanuel; SILVA, Karina Alessandra Pessoa da. Modelagem Matemática na Educação Matemática: Perspectivas e diálogos entre os diferentes níveis de ensino. **Encontro Paranaense de Educação Matemática**, v. 12, 2018.

KATO, Lilian Akemi; SILVA, Cíntia da. Quais elementos caracterizam uma atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica?. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, p. 817-838, 2012.

KATO, Lilian Akemi; SILVA, Cíntia da. Quais elementos caracterizam uma atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica? **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, p. 817-838, 2019.

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

OREY, D. C.; ROSA, M. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, Bragança Paulista, v. 25, n. 2, p. 197-206, jul./dez. 2007.

PETRY, Vitor José; MOREIRA, Luiz Henrique. Modelagem Matemática da evolução da pandemia de COVID-19 no Brasil. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 139-164, 2022.

RABELO, Luciana; MIRANDA, Helber Ribeiro; RABELO, Marcos Napoleão. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA

USANDO MODELAGEM MATEMÁTICA. **Encontro Goiano de Educação Matemática**, v. 8, n. 8, p. 346-358, 2022.

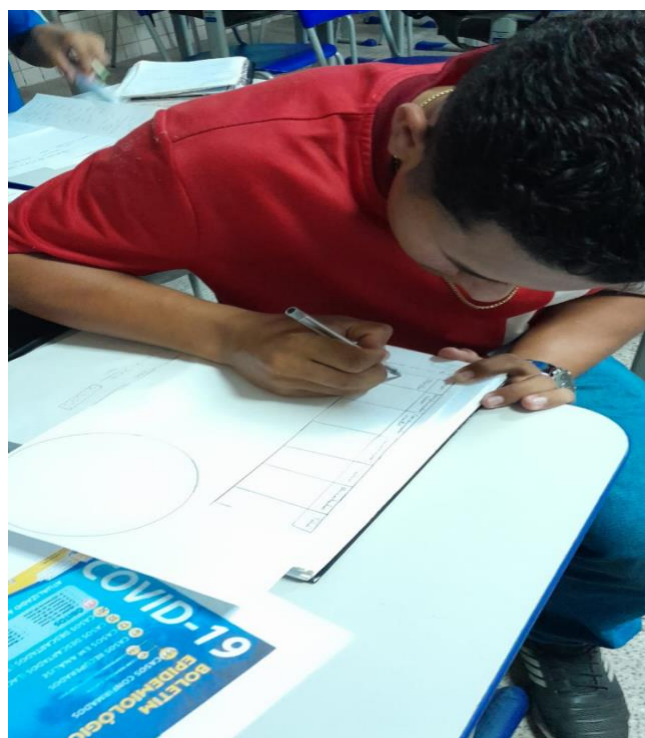
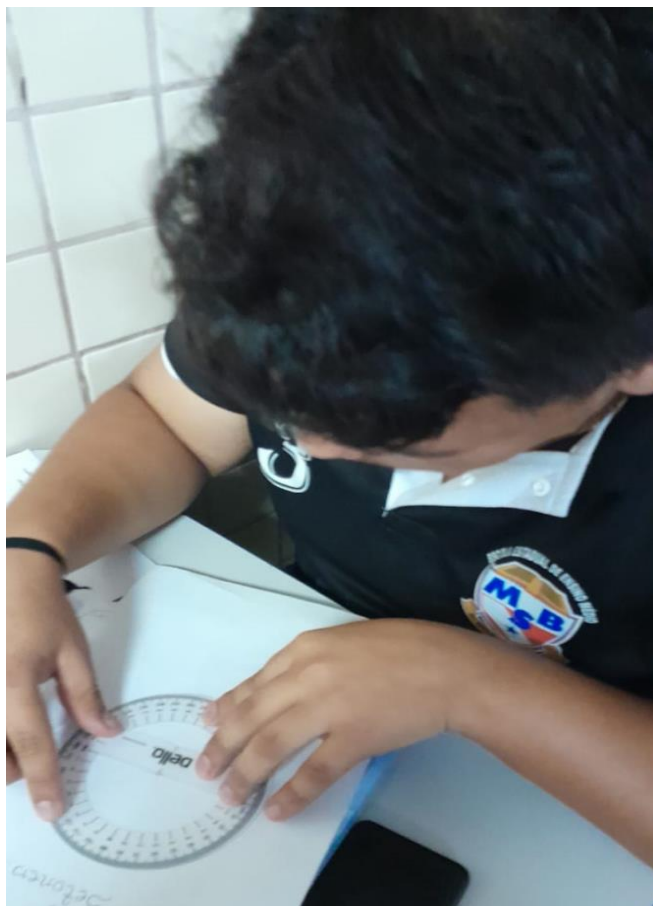
RAMON, Rosangela; KLÜBER, Tiago Emanuel. Aulas de modelagem matemática em tempo de pandemia: um relato da experiência vivida. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 10, n. 23, p. 352-371, 2021.

SILVA, Edna Lucia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, Florianópolis, 4a. edição, v. 123, 2005.

SILVA, Euvaldo Soares *et al.* Uma proposta de ensino à luz da modelagem matemática: a solidariedade durante a Pandemia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39635-39650, 2021.

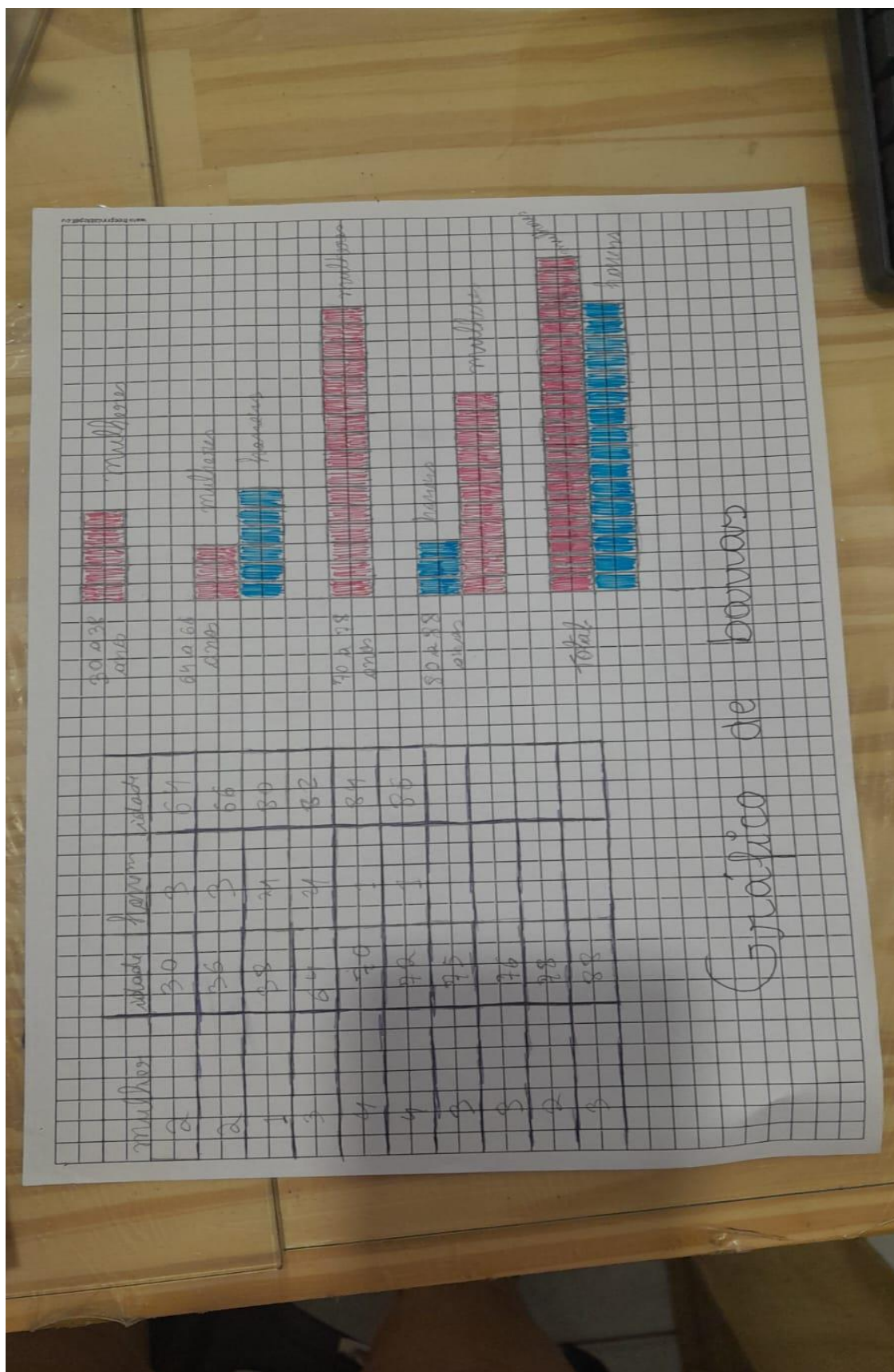
SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de et al. **Modelagem matemática gerando ambiente de alfabetização científica**: discussões no ensino de física. 2018.

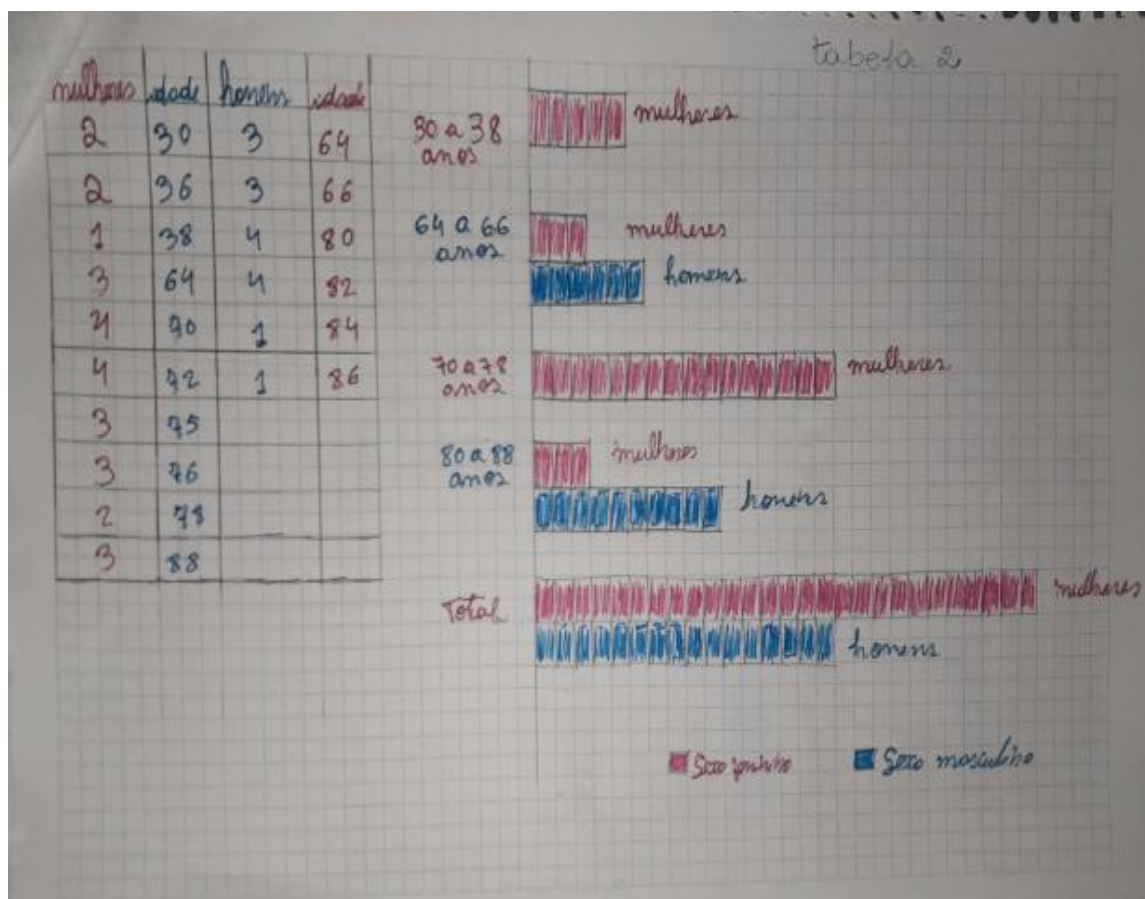
APÊNDICE A - Imagens dos alunos realizando a atividade





APÊNDICE – B: Gráficos elaborados pelos alunos





APÊNDICE B – Termo de livre consentimento



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ UFPA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS
LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) Senhor (a)

Gostaríamos de convidá-lo a participar de nosso estudo, **"MODELAGEM MATEMÁTICA E A PANDEMIA DA COVID-19 NO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS NO ANO DE 2020"**, trata-se de uma pesquisa à nível de Graduação, sob a responsabilidade dos acadêmicos, Carla do Socorro da Silva Santos e Symone Lima Taborda e orientados pela Prof^{fa}. Dra. LÍLIA CRISTINA DOS SANTOS DINIZ ALVES. Sugerir um debate sobre a pandemia da COVID-19 no município de Salinópolis no ano de 2020 na Modelagem Matemática da Educação Matemática.

A participação dos entrevistados é voluntária e se dará por meio do engajamento nas atividades de Modelagem Matemática que serão desenvolvidas na Escola Estadual De Ensino Médio Dr. Miguel de Santa Brígida em Salinópolis-Pa pelos acadêmicos Carla do Socorro da Silva Santos e Symone Lima Taborda.

As atividades desenvolvidas serão filmadas, e utilizaremos as gravações com as imagens e as falas produzidas durante todas as atividades. No entanto, destacamos que os sigilos das informações serão preservados, bem como a identificação dos participantes da pesquisa. Sendo assim, todos os registros efetuados no decorrer desta investigação serão usados para fins unicamente acadêmico - científicos e apresentados na forma de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC.

Em caso de concordância com as considerações expostas, solicitamos que assine este "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" no local indicado abaixo. Desde já agradecemos sua colaboração e nos comprometemos com a disponibilização à instituição dos resultados obtidos nesta pesquisa, tornando-os acessíveis a todos os participantes.

ANEXO A - Texto utilizado para consulta nas etapas de Modelagem Matemática

Histórico da pandemia de COVID-19

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos.

Uma semana depois, em 7 de janeiro de 2020, as autoridades chinesas confirmaram que haviam identificado um novo tipo de coronavírus. Os coronavírus estão por toda parte. Eles são a segunda principal causa de resfriado comum (após rinovírus) e, até as últimas décadas, raramente causavam doenças mais graves em humanos do que o resfriado comum.

Ao todo, sete coronavírus humanos (HCoVs) já foram identificados: HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-COV (que causa síndrome respiratória aguda grave), MERS-COV (que causa síndrome respiratória do Oriente Médio) e o, mais recente, novo coronavírus (que no início foi temporariamente nomeado 2019-nCoV e, [em 11 de fevereiro de 2020](#), recebeu o nome de SARS-CoV-2). Esse novo coronavírus é responsável por causar a doença COVID-19.

A OMS tem trabalhado com autoridades chinesas e especialistas globais desde o dia em que foi informada, para aprender mais sobre o vírus, como ele afeta as pessoas que estão doentes, como podem ser tratadas e o que os países podem fazer para responder.

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) tem prestado apoio técnico aos países das Américas e recomendado manter o sistema de vigilância alerta, preparado para detectar, isolar e cuidar precocemente de pacientes infectados com o novo coronavírus.

Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional

Em 30 de janeiro de 2020, a [OMS declarou que o surto do novo coronavírus](#) constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no

Regulamento Sanitário Internacional. Essa decisão buscou aprimorar a coordenação, a cooperação e a solidariedade global para interromper a propagação do vírus.. Essa decisão aprimora a coordenação, a cooperação e a solidariedade global para interromper a propagação do vírus.

A ESPII é considerada, nos termos do [Regulamento Sanitário Internacional](#) (RSI), “um evento extraordinário que pode constituir um risco de saúde pública para outros países devido a disseminação internacional de doenças; e potencialmente requer uma resposta internacional coordenada e imediata”.

É a sexta vez na história que uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional é declarada. As outras foram:

- **25 de abril de 2009:** pandemia de H1N1
- **5 de maio de 2014:** disseminação internacional de poliovírus
- **8 agosto de 2014:** surto de Ebola na África Ocidental
- **1 de fevereiro de 2016:** vírus zika e aumento de casos de microcefalia e outras malformações congênitas
- **18 maio de 2018:** surto de ebola na República Democrática do Congo

A responsabilidade de se determinar se um evento constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional cabe ao diretor-geral da OMS e requer a convocação de um comitê de especialistas – chamado de Comitê de Emergências do RSI.

Esse comitê dá um parecer ao diretor-geral sobre as medidas recomendadas a serem promulgadas em caráter emergencial. Essas Recomendações Temporárias incluem medidas de saúde a serem implementadas pelo Estado Parte onde ocorre a ESPII – ou por outros Estados Partes conforme a situação – para prevenir ou reduzir a propagação mundial de doenças e evitar interferências desnecessárias no comércio e tráfego internacional.

Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi [caracterizada pela OMS como uma pandemia](#). O termo “pandemia” se refere à distribuição geográfica de uma doença e não à sua gravidade. A designação reconhece que, no momento, existem surtos de COVID-19 em vários países e regiões do mundo.