



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

JULIANA PINDAÍBA DE CASTRO

**EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS ASSOCIADAS AO MODELO SIR:
UMA ANÁLISE COM LICENCIANDOS EM MATEMÁTICA**

**SÃO RAIMUNDO NONATO-PI
2023**

JULIANA PINDAÍBA DE CASTRO

**EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS ASSOCIADAS AO MODELO SIR:
UMA ANÁLISE COM LICENCIANDOS EM MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato.

Orientadora: Prof^a. Me. Sergiane Neves Monteiro

SÃO RAIMUNDO NONATO-PI

2023

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS ASSOCIADAS AO MODELO SIR: UMA ANÁLISE COM LICENCIANDOS EM MATEMÁTICA

Juliana Pindaíba de Castro¹
Sergiane Neves Monteiro²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar como o uso do Modelo compartimental SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido) contribui para o ensino de conteúdos de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO). A fim de alcançar esse objetivo foi desenvolvido um minicurso, “Caminhos para a contextualização: O modelo SIR como aplicação de EDO”, para os graduandos de Licenciatura em Matemática do Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus São Raimundo Nonato, em que se utilizou o Modelo SIR como recurso didático para auxiliar na compreensão de conteúdos de EDO, bem como, na associação com modelos matemáticos, buscando exemplificar esses conceitos através de um evento atual em nossa sociedade, que é o caso da pandemia do Coronavírus (COVID-19). Para a coleta de dados foram utilizados dois questionários, sendo o primeiro aplicado no início do minicurso e o segundo logo após a conclusão. Dentre os resultados pode-se perceber que o uso do Modelo SIR, como recurso didático, tem potencial como facilitador da compreensão dos conteúdos de EDO ao associa-la a situações reais, contribuindo para a aprendizagem significativa dos graduandos do curso.

Palavras-chave: equações diferenciais ordinárias; modelo SIR; modelagem matemática.

ABSTRACT

The objective of this work is to show how the use of the Compartmental Model SIR (Susceptible - Infected - Removed) contributes to the teaching of contents of Ordinary Differential Equations (ODE). In order to achieve this objective, a short course was developed, “Paths for contextualization: The SIR model as an application of ODE”, for undergraduate students of the Mathematics Degree at the Institute of Education, Science and Technology of Piauí (IFPI) – Campus São Raimundo Nonato, in which the SIR Model was used as a didactic resource to assist in the understanding of ODE contents, as well as in the association with mathematical models, seeking to exemplify these concepts through a current event in our society, which is the case of the coronavirus pandemic. Coronavirus (COVID-19). For data collection, two questionnaires were used, the first being applied at the beginning of the mini-course and the second shortly after completion. Among the results, it can be seen that the use of the SIR Model, as a didactic resource, has the potential to facilitate the understanding of ODE contents by associating it with real situations, contributing to the significant learning of the course's students.

Keywords: ordinary differential Equations; SIR model; mathematical modeling.

¹ Graduanda do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus São Raimundo Nonato. Email: julianapindaiba@gmail.com

² Docente do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Oeiras. Mestre em Matemática pelo PROFMAT. Email: sergianemonteiro@ifpi.edu.br

Data de aprovação: 01/03/2023

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan província da China, surgiram os primeiros casos de Coronavírus, nome científico *Severe Acute Respiratory syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2), denominado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como COVID-19. Com a taxa de transmissão elevada esse vírus se espalhou rapidamente por diversos países ocasionando uma pandemia.

Em virtude desse rápido acontecimento diversas medidas foram estudadas para amenizar o impacto que o vírus iria causar na população. Através desses estudos científicos e matemáticos, a OMS orientou a população para intensificar os hábitos de higiene, dentre estes: o distanciamento social, uso do álcool gel 70%, não compartilhar objetos pessoais e sempre lavar as mãos com água e sabão.

Todas as estratégias desenvolvidas para conter os impactos da Covid-19 só foram possíveis através de estudos científicos, especialmente matemáticos, que previam a curva de contaminação ao longo das semanas e meses, nas mais distintas localidades. Alguns dos modelos mais conhecidos são: Modelo SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido), Modelo SIRS (Suscetíveis - Infectados - Recuperados - Suscetíveis), SEIR (Suscetíveis - Exposto - Infectados - Removidos), SEIRS (Suscetíveis - Exposto - Infectados - Removidos - Suscetíveis) dentre outros.

O presente trabalho aborda como a utilização de Equações Diferenciais Ordinárias pode auxiliar os alunos no entendimento do Modelo SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido), para a modelagem da curva da Covid-19. Diante disso, esse trabalho justifica-se através de dois fatores: sendo o primeiro a busca por associações entre Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) e Modelagem Matemática, e o segundo, a pandemia do Covid-19, que teve início em dezembro de 2019.

A curiosidade pela associação de EDO e Modelagem Matemática, ofertadas no módulo VII do curso de Licenciatura em Matemática, surgiu nas próprias disciplinas. Diversas dúvidas em relação a modelos matemáticos descritos por EDO ficaram presentes. O trabalho em questão buscou maneiras de associar a teoria e a prática, ou seja, a necessidade de se trabalhar modelos do cotidiano que envolvem Equações Diferenciais.

Essas disciplinas foram ofertadas de forma remota, situação que ocorreu por conta da pandemia do Covid-19, esse acontecimento despertou o interesse de entender quais formas a Matemática estaria associada a esse fenômeno, como ocorre a dinâmica de transmissão e qual é o papel da Matemática na luta contra essa pandemia.

Diversos modelos já foram construídos utilizando Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), como é o caso do Modelo SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido), proposto por Kermack e McKendrick. Assim, por ser um dos modelos compartimentais mais básicos e de fácil entendimento, a pesquisa buscava compreender como a utilização de Equações Diferenciais Ordinárias pode auxiliar os alunos no entendimento do Modelo SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido), para a modelagem da curva da Covid-19. De forma mais específica, buscou-se levar essa questão para dentro do ambiente acadêmico, onde foi desenvolvido, em Novembro de 2022, o minicurso “Caminhos para a contextualização: O modelo SIR como aplicação de EDO” no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - Campus São Raimundo Nonato.

Nesse minicurso buscou-se abordar alguns conceitos básicos do Modelo epidemiológico determinístico SIR, associando esse modelo com EDO, o foco principal era desenvolver aplicações, construindo gráficos da Covid-19.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 O ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS

As “Equações diferenciais são o suporte matemático para muitas áreas da ciência e da engenharia” (ZILL; CULLEN, 2007, p. 01), ela permeia diversos campos, como por exemplo, a Biologia, Química, Física, Medicina e a própria Matemática, por esse motivo, é importante destacar que as Equações Diferenciais contribui para descrever e modelar diversas áreas do conhecimento, diante disso, é uma das importantes ferramentas para Modelagem Matemática, onde contribui para solucionar diversos problemas no campo dessas ciências.

A Matemática moderna, entre o século XVII e XVIII, foi um período dedicado a grandes descobertas matemáticas, entre elas surgiu as Equações Diferenciais. Essa história inicia-se com o estudo do cálculo por Isaac Newton (1642-1727), e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716).

Naquela época diversos problemas intrigavam esses matemáticos, dentre eles um problema foi fundamental para a descoberta do Cálculo Diferencial, segundo Alitolef, Santos, Souza e Gouveia Neto (2022, p. 78): “O problema consistia em encontrar uma equação que descrevesse o movimento de um corpo animado de velocidade variável, acelerado ou desacelerado”. Entretanto, para buscar resolver essa incógnita, esses matemáticos perceberam que era necessário a utilização de técnicas do “Cálculo Diferencial”. Assim, de acordo com o autor citado, Newton utilizou técnicas, hoje denominada como “equações do movimento de Newton”, para descrever todos os movimentos possíveis de corpos sólidos em termo de um conjunto de equações diferenciais. Nesse contexto, esses pesquisadores evidenciaram essas ilustres teorias e técnicas que foram aperfeiçoadas no decorrer do tempo por outros estudiosos que surgiram.

A disciplina de EDO, ministrada nas graduações, é uma disciplina que se inicia a partir da finalização do estudo de Cálculo, nesse contexto, ao iniciar essa disciplina o estudante passa a entender melhor os conceitos de Taxa de Variação, Derivadas e Integração. De acordo com Alves (2008, p. 11) podemos dividir o estudo dessa disciplina em duas etapas, na primeira etapa consiste na resolução e formulação de problemas e na segunda etapa, consiste na aplicação da EDO, essa aplicação está relacionada a modelagem de situação-problema ligadas as Ciência e a Matemática. Por sua vez, muitos discentes ficam no efeito “monótono” de apenas reproduzir as listas de exercício apresentados nos livros ou pelo professor, assim, causando ao próprio discente uma dificuldade de visualizar a relação entre a teoria matemática e sua aplicabilidade na vida real.

Nesse contexto, as autoras Oliveira e Iglioni (2013, p. 2) relatam que

Nossa experiência no ensino de Cálculo em Cursos de Engenharia e pesquisas na área de Educação Matemática revelam dificuldades no processo de aprendizagem dos alunos no estudo de Equações Diferenciais, tanto no uso de técnicas para resolução dessas equações, quanto na produção de significados e compreensão de conceitos. Essas dificuldades se evidenciam principalmente no momento em que são estudadas as aplicações em problemas contextualizados, envolvendo a Física, a Química, a Engenharia etc. Em muitas situações, os alunos dominam as técnicas de resolução, porém têm dificuldade em identificar como aplicar as Equações Diferenciais na resolução de problemas.

De acordo com Alves (2008), para o ensino de EDO, a construção de modelos e assimilação dos conhecimentos, tem relevância para a prática educativa, pois prepara os discentes para um conhecimento mais abrangente da situação social e dos fenômenos naturais em que ocorre em nossa sociedade.

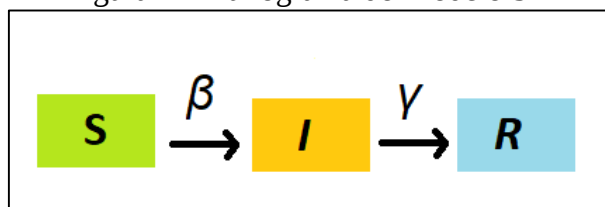
Em vista disso, o desenvolvimento de modelos matemático descrito por Equações Diferenciais Ordinárias é uma importante ferramenta para ser visto em sala de aula. De acordo

com Bertone, Bassanezi e Jafelice (2014) partindo desse contexto educacional a modelagem matemática, em diversos aspectos, busca viabilizar a junção de teoria e prática, buscando estratégias para que seu usuário busque de forma clara e eficiente compreender aspectos da realidade vivenciada, tornando um ser reflexivo que consiga agir e transforma-la diante dessa realidade.

2.2 BREVE DESCRIÇÃO DO MODELO SIR

Existem diversos modelos epidemiológicos, o modelo a ser estudado nessa pesquisa será o Modelo SIR (Suscetíveis – Infectados – Removidos), os dados estudados desse modelo serão demonstrados por Patrão e Reis (2020), de acordo com a leitura de pesquisa, entende-se que o Modelo SIR é um modelo compartimental, onde há indivíduos suscetíveis que ainda não adquiriram o vírus, os que já estão infectados e, por fim os recuperados, ou seja, esse modelo divide a população em três compartimentos para fazer uma análise distinta de cada característica, sendo assim, podemos observar melhor esse compartimento através da figura 1, logo abaixo:

Figura 1 - Fluxograma do Modelo SIR



Fonte: http://www.ime.unicamp.br/~biomat/Bio30_art5.pdf

Cada compartimento tem a sua característica, sendo que, cada um tem sua representação da seguinte forma:

- S – Representa o número de indivíduos suscetíveis à infecção;
- I – Representa o número de indivíduos infectados;
- R – Representa o número de indivíduos que não podem transmitir a doença, seja por terem se recuperados ou isolados na fase infecciosa.

Esse modelo também supõe que os indivíduos recuperados não podem ser reinfetados, outros pressupostos desse modelo estão ligados ao compartimento de infectados, supõe-se que uma vez na classe dos infectados, já se torna automaticamente infectante. O crescimento demográfico é um fator desconsiderado na aplicabilidade desse modelo.

A soma dos indivíduos em cada compartimento pode ser representada por: $S+I+R = N$, sendo N o número total da população, por sua vez, o produto dos parâmetros β e γ , constata no fluxograma, trazem grande importância para o desenvolvimento desse modelo. Sendo assim, podemos caracterizar cada uma da seguinte forma:

- βSI – Identifica-se a taxa de novos infectados, de forma percentual por unidade de tempo.
- SI – Identifica-se com a probabilidade de localizar um par aleatório de um sucessível e um infectado;
- γI – Representa a taxa percentual de indivíduos removidos por unidade de tempo.

Segundo Patrão e Reis (2020) podemos representar exponencialmente alguns aspectos em relação a esse modelo compartimental, dentre essa representação, podemos destacar a função $\gamma e^{-\gamma t}$ que representa a taxa de remoção de indivíduos, supondo por hipótese que essa taxa seja equivalente a densidade da distribuição de probabilidade do tempo onde o indivíduo permanece infectado, onde $\frac{1}{\gamma}$ representa o tempo médio que essa pessoa pode permanecer infectada.

Como descrito, os compartimentos dos removidos não participam do processo de contágio, podendo ser representado $R = N - S - I$, sendo assim, serão priorizados a população suscetíveis e Infectados, onde o modelo SIR pode ser descrito, em relação as variáveis S e I , da seguinte forma:

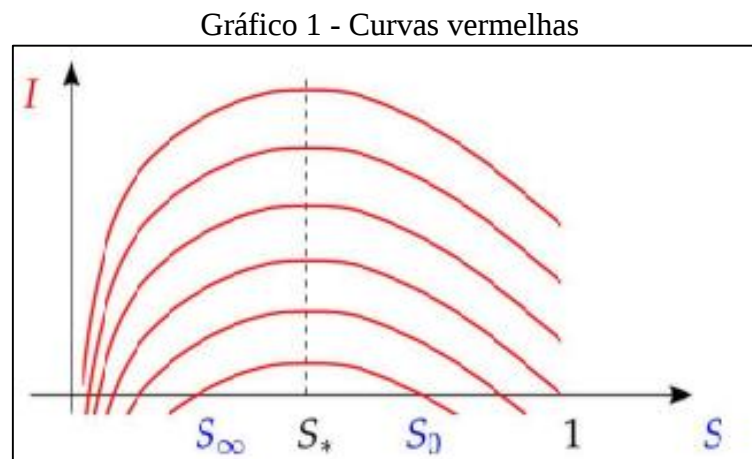
- $S' = -\frac{\beta}{N}(S \times I)$
- $I' = \frac{\beta}{N}SI - \gamma I$
- $R' = +\gamma I$

Onde S' , I' e R' representam derivadas temporais.

Outro fundamento importante é a representação da taxa de infectados I , essa taxa pode ser representada, a partir do percentual de S , onde é dada pela seguinte função abaixo:

$$I = -S + \frac{\gamma}{\beta} \log S + N$$

Diante dessas expressões, podemos representar essas taxas e variações temporais graficamente, de modo que cada valor das constantes acima, tem-se uma função diferente, como mostra o gráfico 1 abaixo:



Fonte: http://www.ime.unicamp.br/~biomat/Bio30_art5.pdf

O gráfico 1 representa o plano de fase que é a quantidade de indivíduos infectados em função dos indivíduos suscetíveis em cada unidade de tempo, dada pela equação anterior. Cada curva em vermelho representa a variação da condição inicial $S_0 = \frac{\gamma}{\beta}$ que é chamada de imunidade coletiva. Portanto, a quantidade de indivíduos infectados diminuirá quando a quantidade de suscetíveis for menor que S_0 .

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa teve caráter qualitativo quanto a abordagem, onde “a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo. ” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70). Ainda de acordo com esse autor (2013), considera-se esse tipo de pesquisa como descritiva, pois os dados coletados durante a pesquisa são analisados e descritos, buscando a significação dos principais pontos do desenvolvimento desse estudo.

Por se tratar de uma pesquisa onde ocorreu interação entre a pesquisadora e os participantes, caracteriza-se o procedimento técnico como pesquisa-ação. De acordo com Thiollent (1985, p. 14 apud GIL, 2002, p. 55):

[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Diante desta caracterização, procurou-se com esse trabalho compreender como a utilização de Equações Diferenciais Ordinárias poderia auxiliar os alunos no entendimento do Modelo SIR (Suscetíveis - Infectados - Removido), para a análise da curva da Covid-19.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO MINICURSO

Para levar essa questão para dentro do ambiente acadêmico, foi desenvolvido um minicurso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - *Campus São Raimundo Nonato*, tendo como público alvo alunos que estavam cursando as disciplinas de Equações Diferenciais Ordinárias e Modelagem Matemática ou que já tinham concluído. À vista disso, ao todo, o minicurso teve a presença de sete participantes.

No decorrer do minicurso foram abordados alguns conceitos básicos sobre o Modelo epidemiológico SIR e sua relação com EDO, onde o foco principal era desenvolver aplicações, construindo gráficos do Covid-19.

Assim, o minicurso foi subdividido em três etapas, que estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de desenvolvimento do Minicurso

Etapas	Atividades	Descrição
1° etapa	Modelo epidemiológico determinístico SIR	Nessa etapa contou-se com a explicação do que é o Modelo SIR e suas relações com a Pandemia do Covid-19.
2° etapa	Modelo SIR e Equações Diferenciais Ordinárias (EDO)	Durante essa etapa buscou-se relacionar EDO com o Modelo SIR. Foram analisados as formulas e como os mesmos poderiam ajudar a compreender o início de uma pandemia e descrever a curva do Covid-19.
3° etapa	Modelando a curva do Covid-19	Nesta etapa ocorreu a construção simplificada do modelo SIR no Excel. Foram também avaliados os impactos de diferentes procedimentos no avanço da epidemia.

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Durante o desenvolvimento do minicurso foram aplicados dois questionários para a coleta de dados, o questionário I, aplicado antes de iniciar o minicurso, tinha o objetivo de conhecer como foi o estudo de EDO e Modelagem Matemática e entender as principais dificuldades dos participantes.

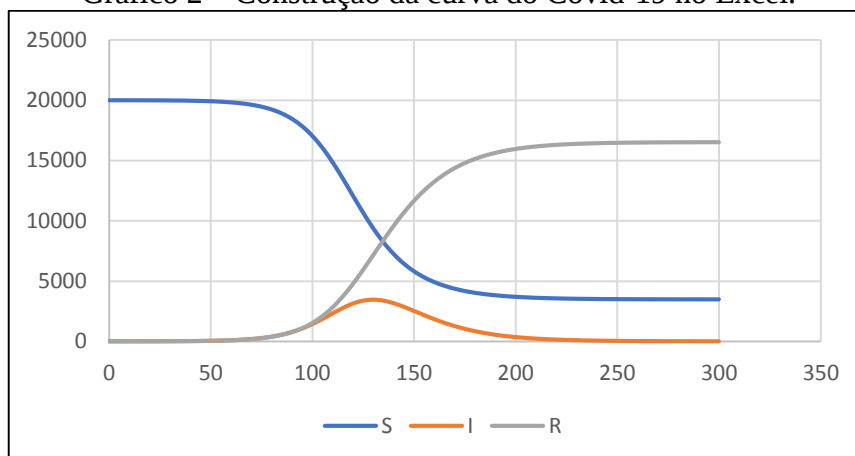
O questionário II foi aplicado ao final do minicurso e seu objetivo principal era avaliar as opiniões dos participantes referente ao Modelo SIR, compreendendo se esse modelo tinha potencial como recurso didático para a disciplinas em questão.

Após a aplicação dos dois questionários, realizou-se a análise das respostas, bem como, a tabulação dos dados e a montagem dos gráficos, a fim de constatar as hipóteses.

3.3 SIMULANDO A CURVA DO COVID-19 NO EXCEL

Para a simulação do modelo, foi utilizado o Excel que é uma ferramenta de simples manuseio e de fácil acesso para todos os participantes. A fim de dar início a construção do modelo, foram utilizados valores fictícios onde não visavam estabelecer previsões, sendo assim, os dados para as condições iniciais foram $S_0=19999$, $I_0=1$ e $R_0= 0$, onde a população para ser analisada era de 20 mil habitantes, para os parâmetros fixos foram utilizados $\gamma=0,071$ e $\beta=0,15$. O gráfico 2 apresenta a construção da curva fazendo uso destes dados.

Gráfico 2 – Construção da curva do Covid-19 no Excel.



Fonte: Autora (2022)

Vale ressaltar que a ideia era apenas utilizar o modelo para relacionar aos conhecimentos de EDO e também discutir estratégias de combate a disseminação da doença, diante disso a construção da curva segue os mesmos passos efetuados para o Modelo SIR básico, que não constará neste texto, além disso vários detalhes estéticos foram adicionados a simulação, podendo dificultar a visualização sem o conhecimento técnico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

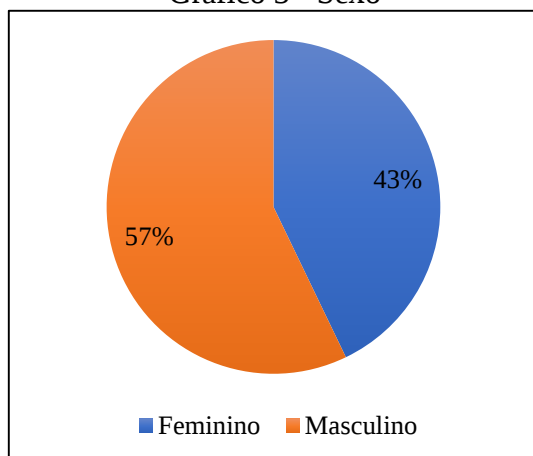
Para coleta de dados foram realizadas 12 perguntas, no questionário I constavam 8 perguntas, sendo 5 objetivas e 3 subjetivas, e no questionário II foram realizadas 4 perguntas, onde 2 eram objetivas e 2 subjetivas. No minicurso houveram sete participantes advindos de três turmas distintas do curso de Licenciatura em matemática do *Campus* São Raimundo Nonato - PI.

Destaca-se que, a fim de preservar a identidade dos alunos que participaram do minicurso, foram solicitados que os questionários da pesquisa fossem preenchidos com nomes fictícios.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO I

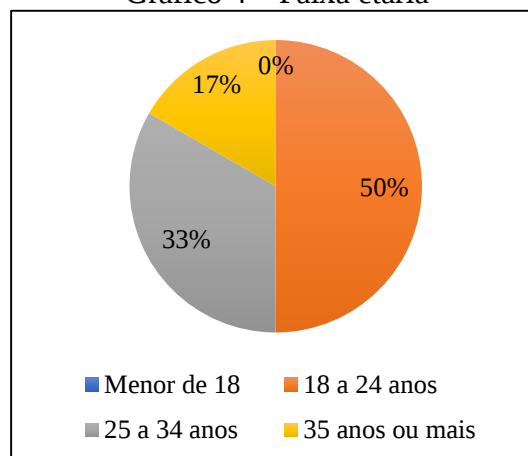
As primeiras perguntas avaliadas no questionário I, buscava conhecer o perfil dos participantes da pesquisa. Observa-se nos gráficos 3 e 4, a seguir, que o público predominante foi o do sexo masculino, onde a faixa etária com o maior percentual foi entre 18 a 24 anos de idade.

Gráfico 3 - Sexo



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

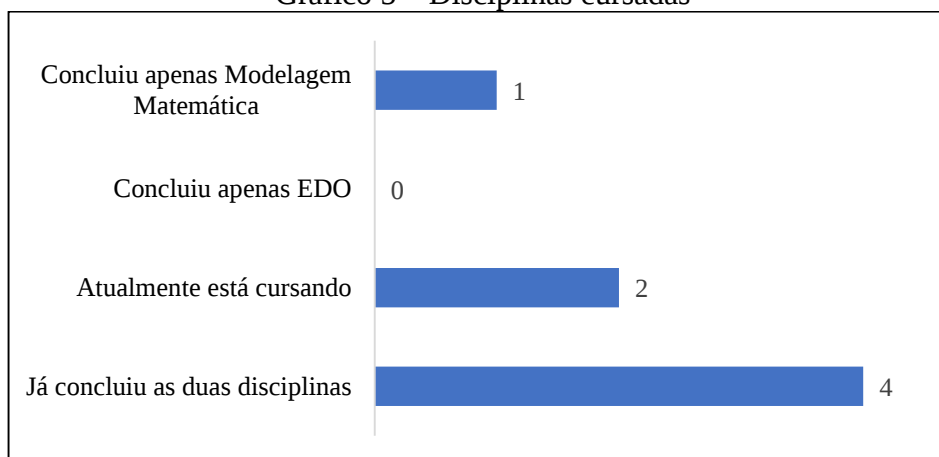
Gráfico 4 – Faixa etária



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O segundo ponto analisado buscava identificar qual a situação dos participantes em relação as disciplinas de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) e Modelagem Matemática, representado no gráfico 5.

Gráfico 5 – Disciplinas cursadas

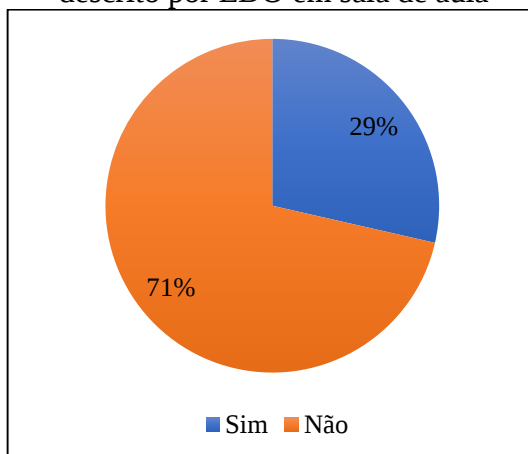


Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Como pode ser observado no gráfico 5, a maioria dos participantes já haviam concluído as disciplinas em questão, também é notável que dois participantes ainda estavam cursando estas. Destaca-se que um dos participantes não havia começado a cursar a disciplina de EDO, apenas a de Modelagem Matemática.

O terceiro ponto importante avaliado no questionário I, visava analisar se os professores das disciplinas mencionadas mostravam, em sala de aula, algum modelo descrito por EDO.

Gráfico 6 – Aplicação de modelos matemáticos descrito por EDO em sala de aula



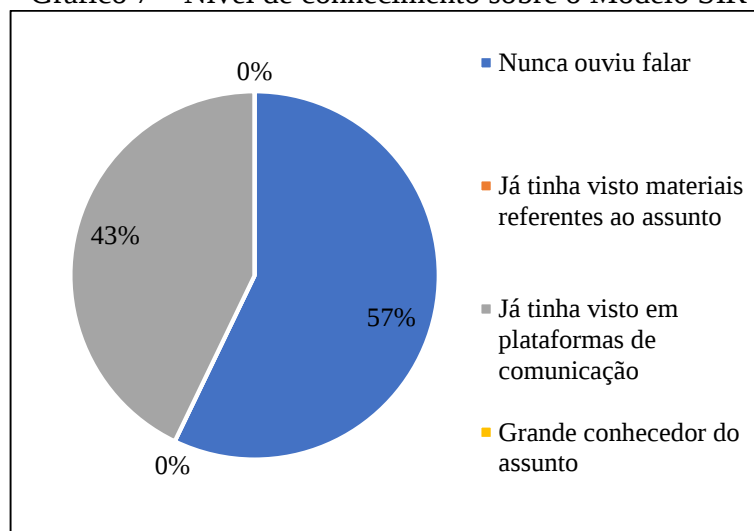
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Observa-se no gráfico 6, que apenas 29% dizem ter visto modelos matemáticos descritos por EDO, percebe-se que existe uma deficiência em relação a aplicação prática sobre a relação dessas disciplinas, como já se previa no início da pesquisa.

A questão seguinte buscava identificar quais eram esses modelos, avaliando se tiveram aplicação prática sobre os mesmos. Diante dos relatos dos participantes, pode-se concluir que foi visto em sala de aula o modelo de crescimento populacional de Malthus, tendo sido utilizado apenas como exemplificação.

O próximo questionamento visava avaliar o nível dos participantes sobre o conhecimento do Modelo SIR, de acordo com o gráfico 7 abaixo, 57% dos alunos nunca tinha visto a respeito desse modelo, mas 43% dos alunos já tinham visto em plataformas de comunicação

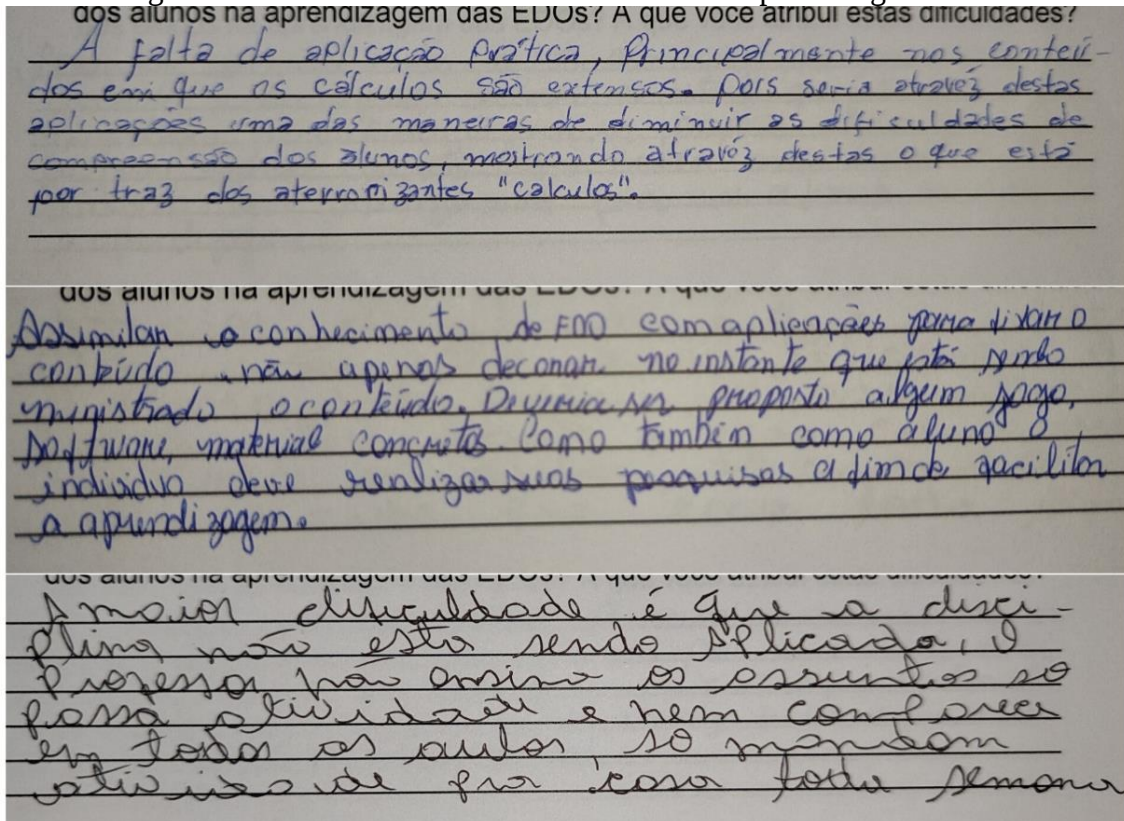
Gráfico 7 – Nível de conhecimento sobre o Modelo SIR



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Por fim, para encerrar a primeira parte da coleta de dados, pediu-se aos participantes que relatassem, a visão deles como aluno e futuro professor, quais as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das EDO's. A imagem 1 apresenta alguns comentários referentes a esse questionamento.

Imagem 1 – Comentários sobre as dificuldades na aprendizagem de EDO dos alunos na aprendizagem das EDOs? A que você atribui estas dificuldades?



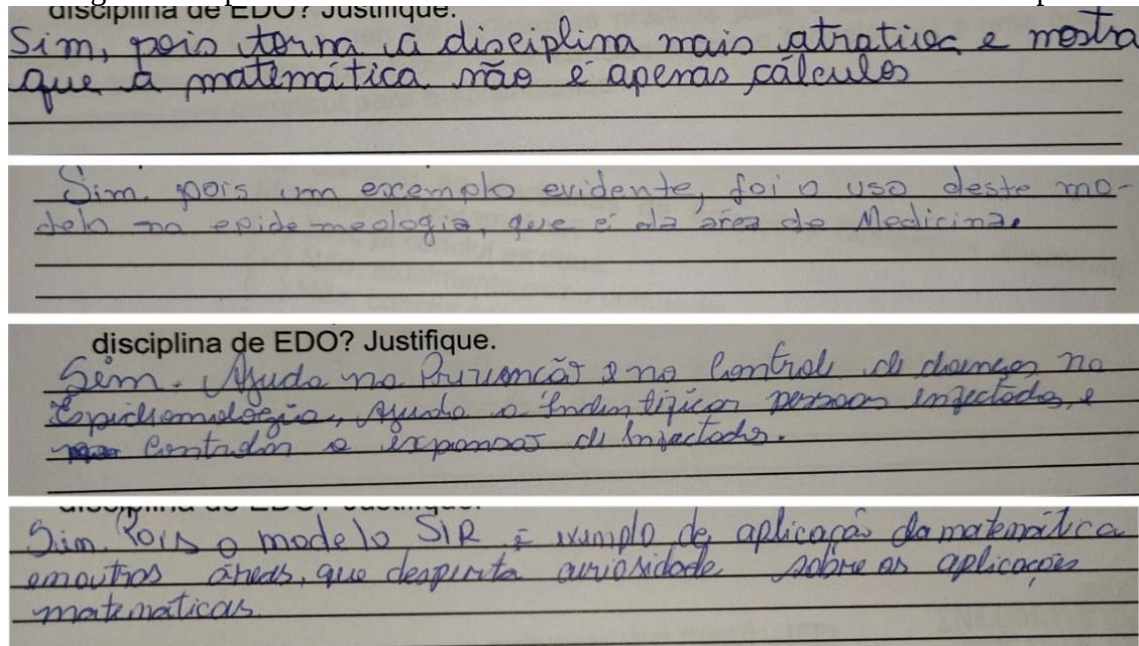
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Pode-se associar aos comentários feitos pelos participantes, na imagem 1, a forma didática que os professores ministram os conteúdos, onde não se tem aplicação prática do assunto e nem associação ao mundo real, por consequência os alunos dominam apenas as técnicas de resolução de exercícios, trazendo um déficit para identificar como é a aplicação da resolução de problemas das EDO's.

4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO II

Primeiramente, o questionário pedia a opinião dos participantes em relação ao Modelo SIR, questionando se eles consideravam que potencializa a abrangência interdisciplinar na disciplina de EDO. A imagem 2 apresenta alguns comentários sobre esse questionamento.

Imagem 2 – Opiniões dos alunos sobre o Modelo SIR como recurso interdisciplinar



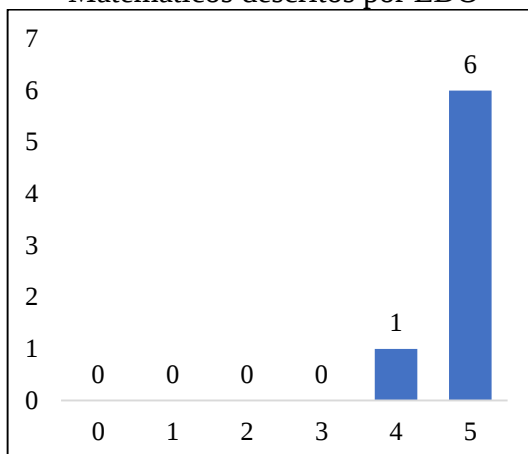
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Percebe-se, que os argumentos apresentados foram bem similares, girando em torno da atratividade que esse modelo proporciona. Pode-se perceber que os participantes em questão reconhecem que o Modelo SIR pode ser utilizado como recurso interdisciplinar para a disciplina de EDO, pois desperta a curiosidade e facilita a associação com outras áreas da educação.

De acordo com Rodrigues e Silva (2019, p. 5): “A interdisciplinaridade busca a construção de um novo conhecimento, visto que o elo com as disciplinas favorece o desenvolvimento da aprendizagem assim como o diálogo das disciplinas favorece a compreensão dos conteúdos para os discentes.” Diante disso, pode-se analisar que o Modelo SIR é um recurso didático que contribui com esse elo de várias ciências como a Epidemiologia, a Modelagem Matemática e EDO, além disso, trás para dentro do ambiente acadêmico uma discussão e reflexão sobre um tema atual, presente em nosso cotidiano, que é o caso da pandemia do Covid-19.

Na questão seguinte, pediu-se aos participantes que classificassem numa escala de 0 a 5, onde 0 corresponde a “Não facilita” e 5 corresponde a “Facilita muito”, qual a sua opinião referente a Modelos Matemáticos descritos por EDO, se consideravam que o Modelo SIR contribuiu para facilitar esse aprendizado. Estes resultados são apresentados no gráfico 8.

Gráfico 8 – Contribuição do Modelo SIR para a aprendizagem referente a Modelos Matemáticos descritos por EDO

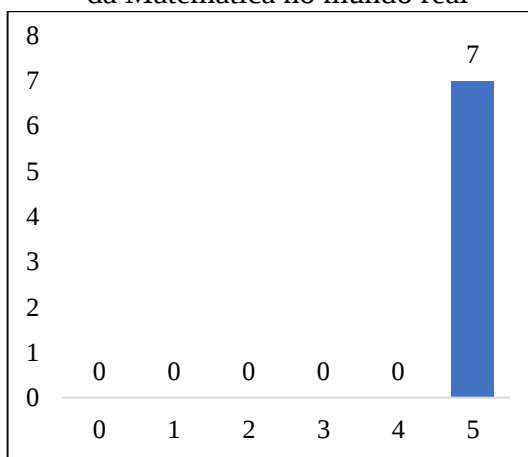


Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Diante do resultado do gráfico 8, pode-se concluir que para a maioria dos participantes o Modelo SIR contribui para facilitar a aprendizagem na disciplina de EDO.

Em seguida, também pediu aos participantes a classificação dos mesmos, a questão visava entender se os participantes consideravam que esse modelo contribuía no entendimento de EDO e sua aplicabilidade no mundo real. O gráfico 9 apresenta o resultado desse questionamento.

Gráfico 9 – Contribuição do Modelo SIR para a aplicabilidade da Matemática no mundo real

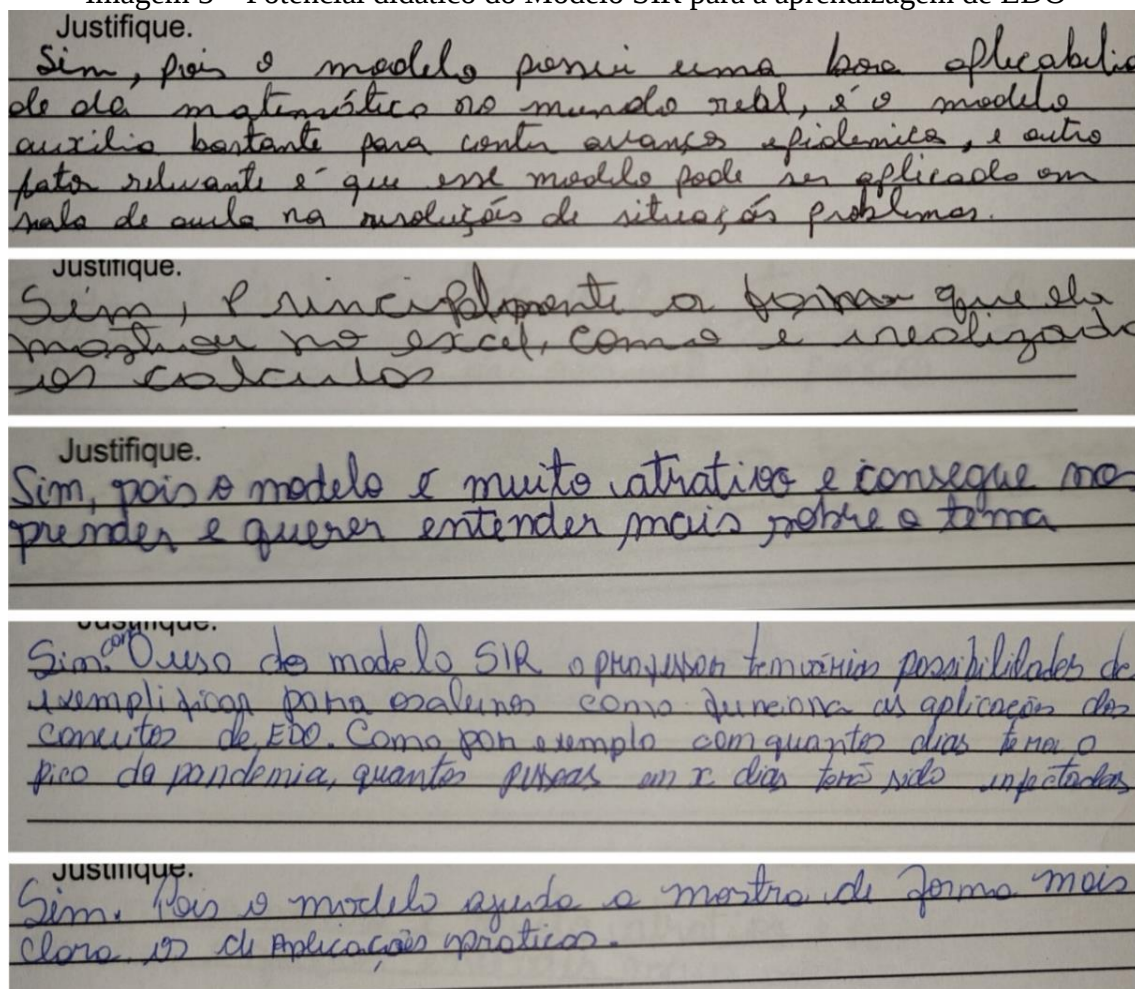


Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Segundo o gráfico acima, pode-se perceber que pela classificação das notas, consideram-se que o modelo também contribui no entendimento da aplicabilidade da Matemática no mundo real. De acordo com essa análise, pode-se concluir que o Modelo SIR tem grande potencial como recurso didático.

Por fim, encerrava-se essa seção solicitando aos participantes que justificassem se consideravam o Modelo SIR com potencial didático para a aprendizagem dos conteúdos de EDO e/ou Modelagem Matemática. A imagem 3 apresenta alguns desses argumentos.

Imagem 3 – Potencial didático do Modelo SIR para a aprendizagem de EDO



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Pelos comentários em questão, percebe-se o fascínio que esse recurso gerou nos participantes. Assim, confirmou-se o esperado, o Modelo SIR, contribui para facilitar entendimento dos conteúdos de EDO, permitindo tratar sobre questões relevantes da vida real, assim tornar a aprendizagem mais contextualizados e dinâmica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se levar para dentro do ambiente acadêmico um modelo matemático descrito por Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), o Modelo Compartmental SIR (Suscetíveis – Infectados – Removidos). Ao iniciar essa pesquisa acreditava-se que esse modelo poderia contribuir para o ensino aprendizagem da disciplina de EDO e, também englobar outras disciplinas como Modelagem Matemática e Epidemiologia. Além de proporcionar uma reflexão e discussão sobre a pandemia do Covid-19, reforçando a importância de adotarem medidas de higiene para amenizar a disseminação da doença.

Ao analisar todos os dados ficou nítido que o Modelo SIR, enquanto recurso didático, pode contribuir com o ensino da disciplina de EDO, por possuir um amplo potencial didático. Sabe-se que para a construção do gráfico da Covid-19 faz-se necessário cálculos avançados, contudo, esse recurso adota um caráter multifuncional ao ambiente acadêmico, trazendo contextualização em um nível básico.

Enfim, os objetivos da pesquisa foram alcançados, porém podem-se realizar diversos outros estudos mais abrangentes sobre esse tema, inclusive buscando entender a visão do

professor sobre esse recurso na disciplina de EDO. Desse modo, aconselha-se que se utilizem desse recurso para pesquisa de diversas outras áreas, associando a outras metodologias, fazendo com que esse trabalho sirva de base para outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

ALITOLEF, Sérgio dos Santos; SANTOS, Reginaldo Tudeia; SOUZA, Rubens Batista de; GOUVEIA NETO, Sérgio Cândido de. **História das Equações Diferenciais e algumas de suas aplicações**. Rondônia: UNIR, 2022. Disponível em: http://www.semat.unir.br/materiais/ANAIS_X_SEMAT.pdf#page=75. Acesso em; 20 de Nov. 2022.

ALVES, Murilo Barros. **Equações diferenciais ordinárias em cursos de licenciatura de matemática**-formulação, resolução de problemas e introdução à modelagem matemática. Minas Gerais: PUC, 2008. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_AlvesMB_1.pdf. Acesso em: 07 de fev.2022

BERTONE, Ana Maria Amarillo; BASSANEZI, Rodney Carlos; JAFELICE, Rosana Sueli da Motta. **Modelagem Matemática**. Minas Gerais: UFU, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25315/1/Modelagem%20Matem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 26 de dez. 2021.

KERMACK, W. O.; MCKENDRICK, A. G. A contribution to the mathematical theory of epidemics. v. 115, p. 700-721, 1927.

OLIVEIRA, Eliane Alves de; IGLIORI, Sonia Barbosa Camargo. Ensino e aprendizagem de equações diferenciais: um levantamento preliminar da produção científica. **EM TEIA| Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 4, n. 2, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/USER/Downloads/2231-6040-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/2231-6040-1-PB%20(2).pdf). Acesso 05 de mar. 2022.

PATRÃO, Mauro; REIS, Manoel. Analisando a pandemia de COVID-19 através dos modelos SIR e SECIAR. **Biomatemática**, v. 30, p. 11-140, 2020. Disponível em: http://www.ime.unicamp.br/~biomat/Bio30_art5.pdf. Acesso em: 30 de jan. 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Edição. Local: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 04 de jan. 2022

RODRIGUES, Gustavo Barros; SILVA, Ana Karoline Borges da. **A abordagem interdisciplinar, a sala de aula, o ensino e o pedagogo**. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA2_ID_803_02072019160506.pdf. Acesso em: 18 de fev. 2023

ZILL, Dennis G.; CULLEN, Michael R. **Equações Diferenciais Ordinárias**. 3º Edição. São Paulo: Pearson Editora, 2007.

APÊNCICE A – QUESTIONÁRIO I



INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA



QUESTIONÁRIO 1

1. Escolha um nome fictício: _____
2. Qual a sua idade?
☐ Menor de 18
☐ 18 a 24 anos
☐ 25 a 34 anos
☐ 35 anos ou mais
3. Sexo?
☐ Feminino ☐ Masculino
4. Já concluiu as disciplinas de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) e/ou Modelagem Matemática?
☐ Sim, já conclui as duas.
☐ Não, atualmente estou cursando.
☐ Não, conclui apenas EDO.
☐ Não, conclui apenas Modelagem Matemática.
5. O professor que ministrou as disciplinas de EDO e/ou Modelagem Matemática mostrou, em sala de aula, algum Modelo Matemático descrito por EDO?
☐ Sim ☐ Não
6. Se sim, qual Modelo Matemático foi mostrado em sala de aula? Teve alguma aplicação prática sobre ele?

7. Qual o seu nível de conhecimento sobre o Modelo SIR?
☐ Nenhum, nunca ouvi falar.
☐ Já tinha visto materiais referentes ao assunto.
☐ Já vi em alguma plataforma de comunicação.
☐ Sou grande conhecedor do tema.
8. Na sua visão, como aluno e futuro docente, quais são as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das EDOs? A que você atribui estas dificuldades?

APÊNCICE B – QUESTIONÁRIO II



**INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**



QUESTIONÁRIO 2

1. Você considera que o modelo SIR potencializa a abrangência interdisciplinar na disciplina de EDO? Justifique.

2. Numa escala de 0 a 5, onde 0 corresponde a "Não facilita" e 5 corresponde "Facilita muito". Sobre fazer o uso de aplicações práticas para o estudo de Modelos Matemáticos descritos por EDO, você considera que o Modelo SIR é uma boa ferramenta que contribui para o aprendizado?

() 0
() 1
() 2
() 3
() 4
() 5

3. Numa escala de 0 a 5, onde 0 corresponde a "Não facilita" e 5 corresponde "Facilita muito". Quanto você considera que o Modelo SIR, utilizado no minicurso, contribui no entendimento de EDO e a aplicabilidade da matemática no mundo real?

() 0
() 1
() 2
() 3
() 4
() 5

4. Como futuro docente, você vê o uso do Modelo SIR com potencial didático para o ensino e aprendizagem de conteúdos de EDO e/ou Modelagem Matemática? Justifique.

5. Houve alguma situação interessante, durante o minicurso, que você queira comentar?
