JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v3i4.240
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

DINÂMICA POPULACIONAL E O MODELO DE CRESCIMENTO LOGÍSTICO: UMA EXPLORAÇÃO COM USO DE UM LABORATÓRIO VIRTUAL

POPULATION DYNAMICS AND THE LOGISTICS GROWTH MODEL: AN EXPLORATION USING A VIRTUAL LABORATORY

LA DINÁMICA DE LA POBLACIÓN Y EL MODELO DE CRECIMIENTO LOGÍSTICO: UNA EXPLORACIÓN MEDIANTE UN LABORATORIO VIRTUAL

Jonathan Willams Lins de Ataide Lima[1]; **Arlyson Alves do Nascimento**[2]; **Roberto Nilton Bento da Silva**[3]

[1]Graduado em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Alagoas. Egresso do Instituto Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil; [2]Doutor em Matemática Aplicada pela UNICAMP. Docente do Instituto Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil; [3]Graduado em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Alagoas. Egresso do Instituto Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil.
*Autor correspondente: jonathamateriais@gmail.com.

Recebido: 20/10/2023 | **Aprovado**: 30/11/2023 | **Publicado**: 20/12/2023

Resumo: A ecologia de populações é uma área fundamental da Biologia que busca compreender como as populações de organismos evoluem e interagem com o seu ambiente. O presente artigo tem por objetivo apresentar o ambiente *Virtual Biology Lab* para auxílio no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de crescimento populacional. Com essa ferramenta é possível fazer estudo da ecologia de populações através de simulações com dados biologicamente realistas que ajudam a compreender como diferentes parâmetros afetam as dinâmicas das populações em um ambiente simulado. Foi utilizado a pesquisa exploratória com revisão bibliográfica em sites, livros e artigos para nos ambientarmos com a ferramenta tratada neste trabalho. Ademais, trouxemos dois exemplos do mundo real envolvendo a população de coelhos e de peixes. É possível destacar que a interatividade nos parâmetros e o retorno imediato dos dados podem possibilitar que professores e alunos explorem diversas situações durante o estudo da ecologia das populações e do modelo de crescimento logístico.

Palavras-chave: Simulação Ecológica. Modelagem Populacional. Modelo de Verhulst.

Abstract: Population ecology is a fundamental area of Biology that seeks to understand how populations of organisms evolve and interact with their environment. This article aims to present the Virtual Biology Lab environment to assist in the teaching and learning process of population growth content. With this tool, it is possible to study population ecology through simulations with biologically realistic data that help to understand how different parameters affect population dynamics in a simulated environment. Exploratory research was used with bibliographical review of websites, books and articles to familiarize ourselves with the tool discussed in this work. Furthermore, we brought two real-world examples involving the rabbit and fish population. It is possible to highlight that the interactivity in the parameters and the immediate return of data can enable teachers and students to explore different situations when studying the ecology of populations and the logistical growth model.

Keywords: Ecological Simulation. Population Modeling. Verhulst Model.

Resumen: La ecología de poblaciones es un área fundamental de la Biología que busca comprender cómo evolucionan las poblaciones de organismos e interactúan con su entorno. Este artículo tiene como objetivo presentar el entorno del Laboratorio Virtual de Biología para ayudar en el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos sobre crecimiento poblacional. Con esta herramienta es posible estudiar la ecología de poblaciones a través de simulaciones con datos biológicamente realistas que ayudan a comprender cómo diferentes parámetros afectan la dinámica poblacional en un entorno simulado. Se utilizó la investigación exploratoria con revisión bibliográfica de sitios web, libros y artículos para familiarizarnos con la herramienta discutida en este trabajo. Además, presentamos dos ejemplos del mundo real relacionados con la población de conejos y peces. Es posible resaltar que la interactividad en los parámetros y el retorno inmediato de datos pueden permitir a profesores y estudiantes explorar diferentes situaciones al estudiar la ecología de poblaciones y el modelo de crecimiento logístico.

Palabras-clave: Simulación Ecológica. Modelado de Población. Modelo Verhulst.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Odum & Barret (2007), a ecologia sempre despertou o interesse prático ao longo da história humana. Ainda com base nos autores, nas sociedades primitivas, a sobrevivência dependia do entendimento do ambiente, incluindo as forças da natureza e a familiaridade com plantas e animais. Nesse cenário, para Hanazaki (2009), a ecologia é conhecida por estudar o lugar onde se vive, com foco na compreensão das interações e relacionamentos entre os organismos e o ambiente que habitam. Dessa maneira, ao explorar essa dinâmica, ela busca identificar como os seres vivos convivem e influenciam uns aos outros dentro de um mesmo sistema.

Conforme Costa (2006), os modelos matemáticos ajudam na elaboração de fundamentações teóricas quanto aos fatores que afetam a variação do tamanho de uma população. Nesse sentido, com base em Bassanezi (2002), um dos modelos mais importante que trata do crescimento populacional é o de Pierre-François Verhulst, que toma como base que toda população está preparada para sofrer alguma inibição natural durante seu crescimento e, por consequência, deve tender a um limite constante conforme o tempo passa.

Segundo Stewart (2013), a equação que modela o crescimento populacional, dado um ambiente com recursos limitados, é expressa pela Equação Diferencial Ordinária (EDO) $dP/dt = kP[1-(P/K)]$ e, com base em Silva (2020), considera características limitantes do ambiente, em que P é o número de indivíduos da população no instante t, k é a taxa de crescimento *per capita*, K é a capacidade de suporte e dP/dt é a taxa de crescimento populacional. Esse modelo está implementado dentro do laboratório virtual o qual estaremos trabalhando, sendo possível trabalhar com outras áreas do conhecimento. Em vista disso, surge a interdisciplinaridade, conceituada por Bonatto *et al.* (2012, n.p) como "um elo entre o entendimento das disciplinas nas suas mais variadas áreas. Sendo importante, pois abrangem temáticas e conteúdos permitindo dessa forma recursos inovadores e dinâmicos, onde as aprendizagens são ampliadas". Nesse ínterim, para Machado (2021), a partir da relação entre a dinâmica populacional com outras áreas como matemática, física, química, genética, demografia e epidemiologia, os modelos matemáticos dão uma enorme contribuição para a modelagem de fenômenos populacionais.

Nessa perspectiva, para resolvermos algum problema que envolve esse tipo de equação é necessário de conhecimentos da disciplina de Cálculo Diferencial, o que torna inviável fazer algum tipo de simulação no ensino médio envolvendo esse tipo de expressão, tendo em vista que alunos dessa etapa não veem essa disciplina. Desse modo, a utilização de um recurso educacional que proporciona uma experiência prática e interativa permite aos estudantes e professores um aprendizado ativo, em que podem explorar diferentes cenários e parâmetros que têm potencial de ajudar e contribuir para a compreensão das interações entre os organismos e seu ambiente.

Segundo Scheffer *et al.* (2023), à medida que as tecnologias são cada vez mais usadas no processo de construção de conhecimento, surgem novas maneiras de se comunicar e representar esse conhecimento. Isso,

por sua vez, oferece aos estudantes a oportunidade de desenvolver suas habilidades argumentativas, que incluem a capacidade de questionar a realidade que lhes é apresentada. Nesse sentido, para Valente (1999), quando o aluno utiliza o computador para construir seu próprio conhecimento, essa ferramenta passa a ser um dispositivo que oferece ao discente a oportunidade para explicar a resolução de problemas, analisar os resultados obtidos e aprimorar suas ideias por meio da busca por novos conhecimentos.

De acordo com Ávila, Amaral & Tarouco (2013, p. 3),

> Os Laboratórios Virtuais de Aprendizagem, por sua vez, consistem em representações virtuais que reproduzem o ambiente de um laboratório real. Tratam-se de aplicações totalmente baseadas em simulações, nas quais se dispõe somente de representações computacionais da realidade. Por não haver limitações referentes ao número de instrumentos ou experimentos disponíveis nesta modalidade, não há necessariamente uma obrigatoriedade de espera para a participação em um experimento, não se fazendo necessária a reserva de horário para uso do laboratório.

Nesse sentido, esses laboratórios virtuais permitem que os usuários realizem experimentos e simulações, reproduzindo, de forma interativa, processos e fenômenos que normalmente ocorrem em laboratórios físicos. Dessa forma, a importância para o ensino se dá pela acessibilidade, tendo em vista que a partir de apenas um celular ou computador é possível ter acesso a diversos laboratórios virtuais de aprendizagem, como é o caso do material que estamos apresentando, sem que haja um grande investimento em equipamentos físicos e em infraestrutura. Outro ponto positivo para o ensino é a possibilidade de repetição, variação e interatividade nos experimentos, sendo algo complexo de ser feito em laboratórios com estruturas físicas.

Além disso, de acordo com os autores Gonçalves, Francisco & Cavalcante (2021), o uso de um laboratório virtual revela-se vantajoso por conta de suas características, quais sejam: mínimo ou quase nenhum custo para a escola; acessibilidade *on-line* ou *off-line* em ambientes internos ou externos à sala de aula; aprimoramento das atividades de aprendizado, proporcionando aos estudantes um papel de protagonistas da ação em que eles irão executar.

A habilidade EM13CNT202 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de acordo com Brasil (2018), tem como propósito fazer com que os alunos analisem as diversas formas de manifestação da vida em diferentes níveis de organização, levando em consideração as condições ambientais que podem promover ou restringir essas manifestações, sendo essa análise com ou sem auxílio de tecnologias digitais, como *softwares* de simulação ou realidade virtual.

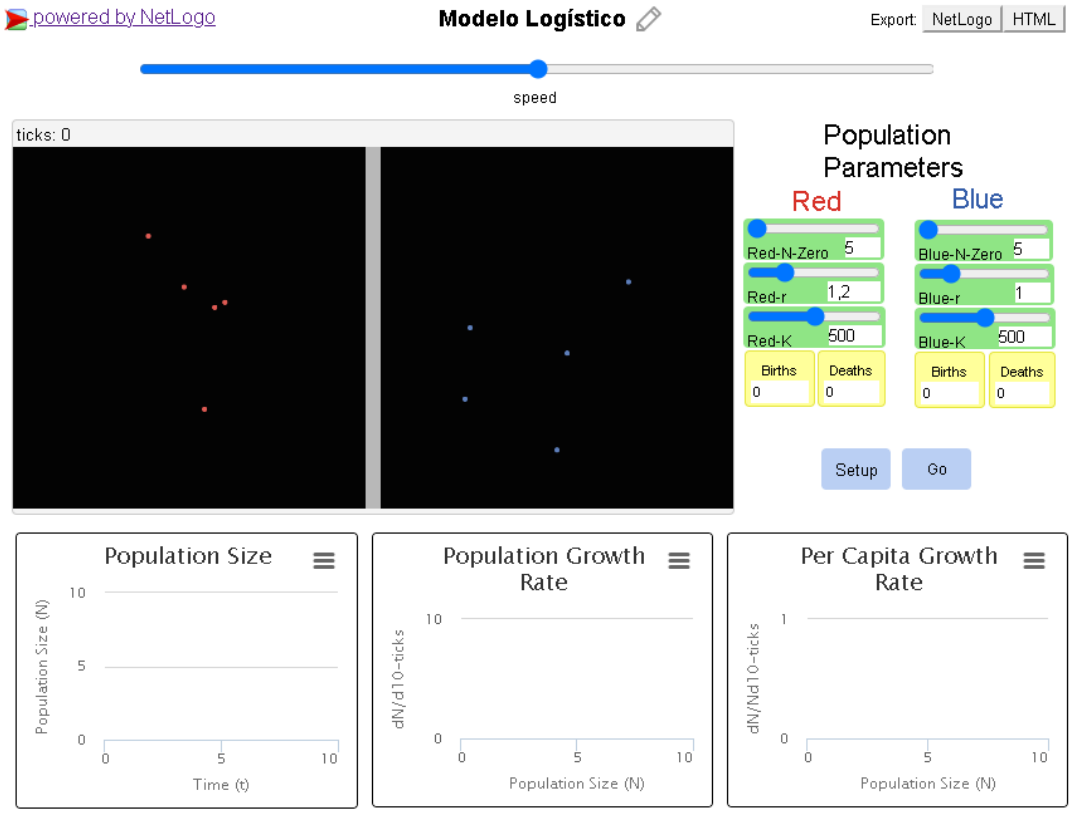
Diante dessas considerações, este trabalho tem como objetivo apresentar uma ferramenta pedagógica para trabalhar com o modelo de crescimento logístico em um ambiente virtual de simulação conhecido como *Virtual Biology Lab* através de dois exemplos envolvendo a população de coelhos e de peixes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, em uma primeira etapa realizamos uma pesquisa exploratória com revisão bibliográfica em sites, livros e artigos para verificar se existia algum tipo de laboratório virtual que permitia trabalhar com o modelo logístico. Após essas pesquisas, encontramos o ambiente *Virtual Biology Lab*, criado pelo professor Dr. Thomas C. Jones, em que trata de um recurso educacional online e gratuito para fins educacionais e tem por finalidade trabalhar com modelos ecológicos, de evolução e de biologia celular.

Nessa perspectiva, escolhemos o modelo de crescimento logístico, disponível em https://virtualbiologylab.org/NetWebHTML_FilesJan2016/LogisticGrowthModel.html, para abordarmos esse tópico de forma interativa. Ao entrarmos no link fornecido, é possível observar os parâmetros da população azul e da vermelha, como também os gráficos do tamanho da população, da taxa de crescimento populacional e o da taxa de crescimento *per capita*, ver Figura 1.

Figura 1 – Tela inicial do ambiente virtual do modelo de crescimento logístico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A tela preta é o local em que será possível ver a animação da população vermelha e azul desde o nascimento, representado pelos círculos mais claros, até a morte, que é representado por um *x*. Os parâmetros *Red-N-Zero* e *Blue-N-Zero* trata da população inicial vermelha e azul, respectivamente. O termo *Red-r* e *Blue-r* referem-se a taxa de crescimento *per capita* para cada população explicitada em seu prefixo. Por fim, *Red-K* e *Blue-K* definem a capacidade de suporte para sua respectiva população.

Para a apresentação aprofundada do ambiente virtual de simulação de crescimento logístico, abordaremos dois exemplos envolvendo a população de coelhos e peixes em que serão discutidos no tópico de resultados e discussão, sendo que esses exemplos contém a população inicial, taxa de crescimento *per capita* e a capacidade de suporte.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentaremos exemplos com uso de duas populações distintas. A população do primeiro exemplo será referente a de coelhos, enquanto a população do segundo representará os peixes. Esses exemplos

serão discutidos no decorrer do trabalho, fornecendo uma compreensão mais aprofundada sobre como funciona o modelo de crescimento logístico dentro de um laboratório vritual de aprendizagem.

Suponhamos que uma ilha isolada tem uma população inicial (Red-N-Zero) de 20 coelhos. Em condições ideais, a taxa de crescimento per capita (Red-r) seja de 0,1 por ano e a capacidade de suporte é estimada em 50 coelhos (Red-K).
(Primeiro exemplo envolvendo população de coelhos)

Vamos supor que uma lagoa tem uma população inicial (Blue-N-Zero) de 30 peixes. A taxa de crescimento per capita (Blue-r) dos peixes é de 0,03 por mês e a capacidade de suporte (Blue-K) é estimada em 100 peixes.
(Segundo exemplo envolvendo população de peixes)

Dado os exemplos acima com as populações já mencionadas, basta digitarmos os valores nos parâmetros dentro do ambiente virtual, ver Figura 2. É interessante lembrar que quando preenchermos não irá acontecer nada até clicarmos em *Go*, ou seja, iniciar a aplicação.

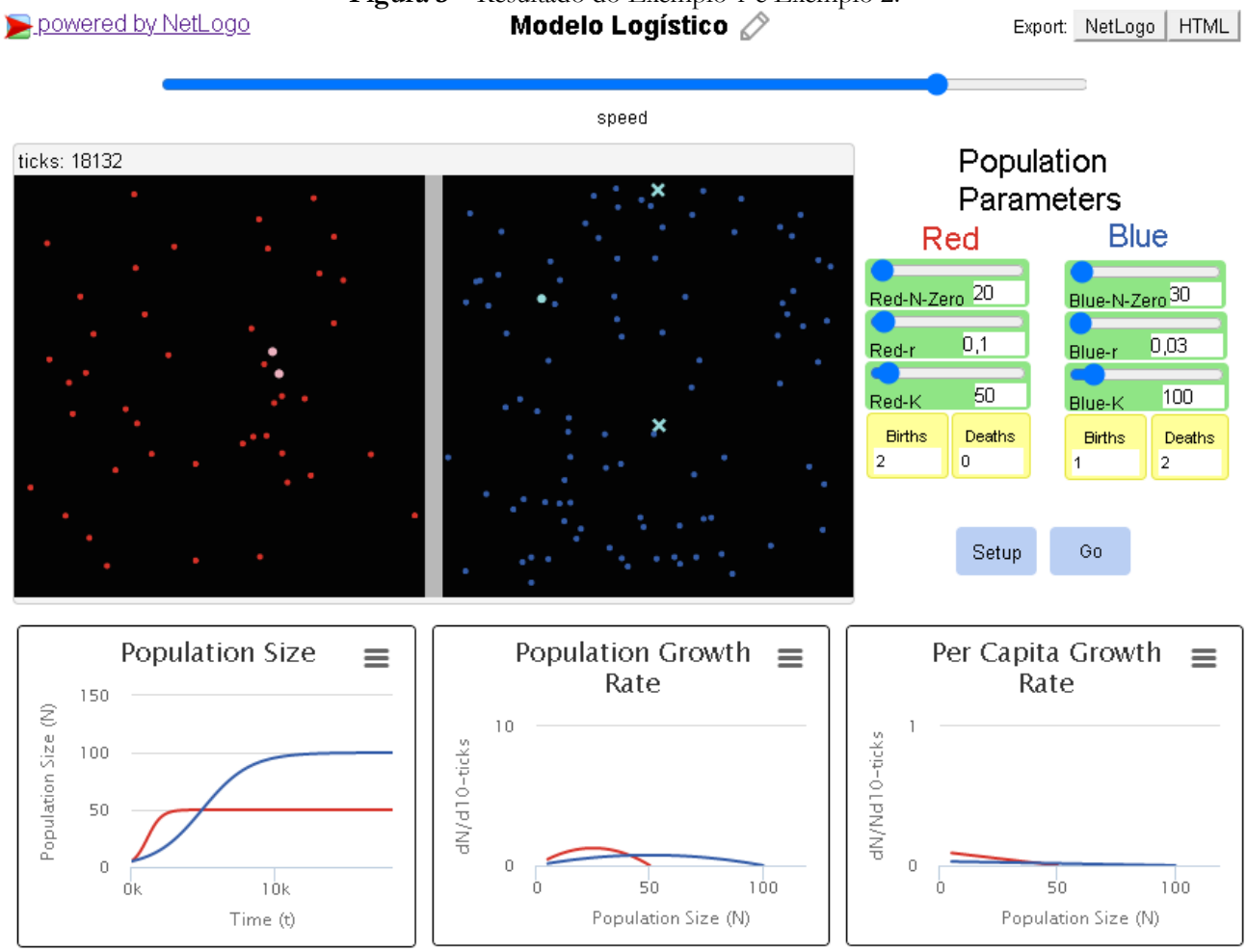
Figura 2 – Tela do ambiente virtual já com os devidos parâmetros preenchidos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após ter iniciado a aplicação clicando em *Go*, veremos a animação dos indivíduos, representados pelos círculos, nascendo e também morrendo à medida que o tempo avança. Na Figura 3, temos o resultado dos gráficos do tamanho da população (*Population Size*), da taxa de crescimento (*Population Growth Rate*) e da taxa de crescimento *per capita* (*Per Capita Growth Rate*).

Figura 3 – Resultado do Exemplo 1 e Exemplo 2.



Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível observar, na Figura 3, que no gráfico do tamanho da população (*Population Size*) as duas crescem à medida que o tempo passa, ou seja, conforme o tempo tende ao infinito, o tamanho da população tende à capacidade de suporte, o que explica que o gráfico em azul não ultrapassa a quantidade de 100 peixes, e o gráfico em vermelho não supera a quantia de 50 coelhos. Nesse contexto, Leite, Silva & Sousa (2011) citam que a descrição do tamanho da população à medida que o tempo passa, através de modelos matemáticos, pode ser muito útil não apenas para prever o desenvolvimento da população, mas também possibilita a análise de fatores que contribuem para essa evolução.

No gráfico da taxa de crescimento populacional (*Population Growth Rate*) conseguimos visualizar que, ao passo que o tamanho da população cresce, essa taxa aumenta e logo decresce, pois é influenciada, por exemplo, pelos recursos limitados, pela competição por recursos e também frente à capacidade de suporte.

No último gráfico, o da taxa de crescimento *per capita* (*Per Capita Growth Rate*), à proporção que o tamanho da população aumenta e enfrenta restrições, por exemplo, ambientais e concorrência por recursos, cada indivíduo da população contribui menos para o crescimento devido a esses e outros fatores.

De acordo com Lopes (2013), quando os alunos utilizam o computador para construir seus conhecimentos, ele passa a ser uma máquina para ser ensinada, em que dará condições para que eles descrevam as resoluções de problemas, reflitam sobre os resultados que foram obtidos e revisem ou aprimorem suas ideias

por meio da busca por novos conteúdos e estratégias. Nessa perspectiva, apresentar perguntas investigativas aos alunos fará com que eles busquem as respostas por meio de pesquisas ou até mesmo entre os próprios colegas de sala de aula, passando de aluno-ouvinte para aluno-investigador.

4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente Virtual Biology Lab, através do laboratório virtual envolvendo um modelo de crescimento logístico, apresenta como uma ferramenta valiosa para auxílio no ensino e aprendizagem da ecologia de populações. A utilização desta ferramenta educacional pode proporcionar uma abordagem prática e interativa, permitindo que alunos e professores explorem diferentes cenários relacionados à dinâmica populacional.

O uso desse laboratório virtual, além de fornecer dados biologicamente realistas, segundo os desenvolvedores, oferece a possibilidade de acessibilidade, interatividade e retorno imediato dos dados, eliminando as restrições relacionadas a equipamentos físicos e infraestrutura. Além disso, é possível destacar a importância da repetição e variação nos exemplos que foram discutidos, isto é, podemos alterar os valores a qualquer momento, situação essa que pode ser dificil de ser feita em ambientes físicos.

Dessa forma, concluímos que esse laboratório representa mais uma ferramenta pedagógica que pode dar auxílio no processo de ensino e aprendizagem da ecologia de populações e do modelo de crescimento logístico sem uma abordagem com cálculo, por mais que o modelo em si envolva tópicos da matemática, permitindo, assim, uma interdisciplinaridade entre essa disciplina e a da biologia de forma dinâmica.

Conflitos de interesses

Certificamos que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Jonathan Willams Lins de Ataide ficou encarregado em falar sobre os resultados e discussões do trabalho e sobre a parte inicial das considerações finais.

Dr. Arlyson Alves do Nascimento deu suas contribuições na parte da introdução ao falar sobre a ecologia, o modelo de crescimento logístico de Verhulst e como esse modelo é expresso utilizando artifícios do Cálculo Diferencial e Integral. Ademais, citou como as tecnologias são importantes durante o processo de ensino e aprendizagem dos alunos e deu contribuições nas considerações finais falando sobre essa disciplina.

Roberto Nilton ficou responsável pela metodologia desde a busca pelas referências bibliográficas até a elaboração do passo a passo da atividade dentro do ambiente virtual utilizado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

Ávila, B., Amaral, Érico M. H., & Tarouco, L. (2013). Implementação de Laboratórios Virtuais no metaverso OpenSim. Revista Novas Tecnologias Na Educação, 11(1). https://doi.org/10.22456/1679-1916.41712

Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Editora Contexto.

Bonatto, A., Barros, C. R., Gemeli, R. A., Lopes, T. B., & Frison, M. D. (2012). Interdisciplinaridade no ambiente escolar. *IX ANPED SUL*, *9*, 1-12.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

Costa, M. S. S. (2006). *Fundamentos De Ecologia Teórica*. Minha Editora.

Gonçalves, S., Francisco, & Cavalcante, E. (2021). O uso do laboratório virtual como estratégia para a abordagem investigativa no ensino de biologia. *#Tear: Revista de Educação, Ciência E Tecnologia, 10*(2). https://doi.org/10.35819/tear.v10.n2.a5297

Hanazaki, N. (2009). *Introdução À Ecologia*. Biologia - Ead - Ufsc.

Leite, M. B. F., Silva, G. H. J. D., & Sousa, L. F. D. (2011). Modelos matemáticos para o crescimento da população do estado de São Paulo e a exploração de diferentes taxas de crescimento. *Ciência & Educação*, *17*(04), 927-940.

Lopes, M. M. (2013). Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. *Bolema*, *27*(46), 631–644. https://doi.org/10.1590/s0103-636x2013000300019

MACHADO, L. S. (2021). Modelagem de sistemas estruturados etariamente com equações acopladas : uma aplicação numérica à ecologia. *Ufpe.br*. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/43388

Odum, Eugene P., & Barret, Gary W. (2007). *Fundamentos de ecologia.* (5. ed.). São Paulo: Cengage Learning.

Scheffer, N. F. ., Machado Corrêa, R. ., & Zawierucka Bressan, J. (2008). A Capacidade Argumentativa e as Narrativas Matemáticas nas Aulas de Matemática com Tecnologias. *Boletim GEPEM*, (53). Recuperado de https://periodicos.ufrrj.br/index.php/gepem/article/view/328

Silva. (2020). *Equações diferenciais ordinárias e suas aplicações*. https://doi.org/10.11606/d.55.2020.tde-09112020-184716

Stewart, J. (2013). *Cálculo volume 2*. 2013.

Valente, J. A. (1999). Informática na educação no Brasil: análise e contextualização histórica. *O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP/NIED*, 1-13.