



METAJOGO DA ECOLOGIA: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM LÚDICA SOBRE A DINÂMICA DE POPULAÇÕES

ECOLOGY METAGAME: A PLAYFUL APPROACH PROPOSAL TO POPULATION DYNAMICS

Lorena de Oliveira Tabosa Nascimento^{1*} ; Carlos Henrique Nascimento Tabosa² ; Leandra Marques Chaves Melim³ 

¹Mestra pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Tutora presencial do Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; Mestre pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Pesquisador da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil; ⁴Doutora pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Professora do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR), Seropédica, RJ, Brasil.

*Autor correspondente: lorenabiocederj@gmail.com.

Recebido: 10/10/2023 | Aprovado: 31/11/2023 | Publicado: 15/12/2023

Resumo: Temas ecológicos são amplamente trabalhados em sala de aula, mas normalmente, com conceituação de processos. Com isso, faz-se assim necessário que as abordagens ecológicas sejam trabalhadas, além das aulas teóricas, para uma melhor aprendizagem. Uma metodologia que pode ser utilizada para abordar temas em Biologia são os jogos didáticos. O objetivo desse trabalho é apresentar um jogo como proposta para o ensino sobre dinâmica de populações chamado Metajogo da Ecologia. Para isso, foram elaboradas fichas com situações-problema, sorte ou azar com base em situações naturais ou causadas pelo ser humano que estejam envolvidas nos parâmetros populacionais (nascimentos, mortes, emigração e imigração). Além disso, foram abordados termos importantes para o entendimento da dinâmica de metapopulações, como dispersão e variabilidade genética e também, a capacidade de suporte de uma área. Conclui-se, portanto que esse jogo pode ser uma ótima ferramenta para o aprendizado sobre a dinâmica populacional e de Metapopulação.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Dinâmica populacional. Jogos didáticos. Metapopulação.

Abstract: Ecological themes are widely addressed in the classroom, but usually with a conceptualization of processes. Therefore, it is necessary for ecological approaches to be explored beyond theoretical classes to enhance learning. One methodology that can be employed to address Biology topics is educational games. The objective of this work is to present a game proposal for teaching population dynamics called "Metagame of Ecology." For this purpose, cards were developed with problem situations, luck or misfortune based on natural or human-caused situations involved in population parameters (births, deaths, emigration, and immigration). Additionally, important terms for understanding metapopulation dynamics, such as dispersion and genetic variability, as well as the carrying capacity of an area, were addressed. In conclusion, this game can be an excellent tool for learning about population dynamics and metapopulation.

Keywords: Biology Education. Population Dynamics. Educational Games. Metapopulation.

1 INTRODUÇÃO

O termo “Ecologia” foi criado e citado pela primeira vez por Ernst Haeckel em sua obra *Generelle Morphologie*, de 1866, inspirado pelo trabalho de Charles Darwin (MOTOKANE; TRIVELATO, 1999). A Ecologia é basicamente o estudo da interação entre os seres vivos, sua interação com fatores abióticos e em como influenciam e são influenciados pelo meio (RICLEFS, 2003; FONSECA; CALDEIRA, 2008).

Existem quatro principais níveis de organização em Ecologia: indivíduo, população, comunidade e

ecossistema. Cada nível apresenta parâmetros específicos, como por exemplo, no nível população, onde são medidas as taxas de nascimentos, mortes, imigração e emigração, que não se aplicam aos demais níveis (BEGON *et al.*, 2009).

A taxa de imigração foi usada por MacArthur e Wilson (1967) para explicar a biogeografia de ilhas, baseando-se em seu equilíbrio dinâmico com a taxa de extinção local levando em consideração o tamanho da ilha e sua distância do continente. Esse trabalho também apresentou o fato de as ilhas não serem sistemas fechados e se elas são sistemas abertos haveria a possibilidade de alguns indivíduos de uma população se dispersarem eventualmente e passarem a habitar outra ilha, em uma população de mesma espécie.

Se isso seria possível em ilhas, por que não ocorreria em fragmentos florestais? Levins (1969) nos apresentou a teoria da Metapopulação, onde subpopulações de mesma espécie ocupando manchas de habitat, passariam, ocasionalmente por eventos de dispersão de alguns indivíduos de uma mancha para outra, com a possibilidade de ocorrer extinções locais dessa população em uma mancha e também uma possível recolonização. Com a inserção de novos indivíduos de uma subpopulação em outra, o fluxo gênico seria mantido e as subpopulações formariam, na verdade, uma Metapopulação.

O modelo de Metapopulação correlacionado com a Biogeografia de Ilhas foi amplamente utilizado no âmbito da Biologia da Conservação no sentido da preservação de fragmentos florestais (FRANCO, 2013). Dessa maneira, algumas áreas podem ser escolhidas tomando também como base algumas características em detrimento de outras, visando o menor risco de extinção das populações locais, como áreas em formato arredondado em relação a formatos alongados, fragmentos interligados em relação a fragmentos isolados e também, fragmentos próximos em relação aos mais distantes (SANTOS, 2019).

Além de ser utilizada como ferramenta para a conservação a Ecologia é, dentre outras coisas, componente do currículo escolar (MOTOKANE; Trivelato, 1999). Temas ecológicos são amplamente trabalhados em sala de aula, mas normalmente, com conceituação de processos como os ciclos biogeoquímicos, cadeias alimentares e interações ecológicas (MOTOKANE, 2015). Em concordância, a Lei de Diretrizes Curriculares disserta sobre o fato de questões ambientais despertarem o pensamento crítico e participativo nos alunos (BRASIL, 2013). A reflexão e a tomada de ações referentes a questões ecológicas também compõem as competências das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio (BRASIL, 2018).

A primeira competência, trata da análise de fenômenos naturais levando em consideração a relação entre matéria e energia. A segunda competência inclui o olhar para as dinâmicas da vida, compreendendo temas ecológicos como biodiversidade, níveis de organização e cadeias alimentares. A terceira competência descreve, dentre outras coisas, sobre a tomada de decisões a partir de situações-problema socioambientais (BRASIL, 2018).

Componente da disciplina de Ciências e Biologia, a Ecologia pode ser considerada tema interdisciplinar e gerador (FONSECA; CALDEIRA, 2008). Interdisciplinar, pois diversas disciplinas podem trabalhar integradas em torno de um mesmo assunto ecológico, visto que se trata exatamente das relações dos

seres vivos com o meio biótico e abiótico, ou seja, tudo está integrado (AUGUSTO *et al.*, 2004; ALMEIDA, 2007). Tema gerador, proposto por Paulo Freire, porque parte do próprio aluno através da problematização, despertando o interesse pela descoberta, além da reflexão a respeito do quanto algo pode influenciar e ser influenciado pela sociedade (DUTRA *et al.*, 2021). Faz-se assim necessário que as abordagens ecológicas sejam trabalhadas, além das aulas teóricas para uma melhor aprendizagem.

Uma metodologia que pode ser utilizada para o ensino e aprendizagem sobre muitos temas em Biologia é a estratégia lúdica. Atividades interativas como jogos são, inclusive, uma orientação para o ensino de Ciências da Natureza nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, pois estabelecem uma relação dialógica em sala de aula (BRASIL, 2000). Dessa forma, os alunos podem participar, debater, argumentar e construir o próprio conhecimento, por meio de situações-problema apresentadas a eles (BRASIL, 2000). Os jogos didáticos também despertam o desejo dos alunos participarem das aulas de forma voluntária, além de auxiliarem no seu desenvolvimento cognitivo, uma vez que os jogos representam uma simulação da realidade, tornando o aprendizado algo significativo para o aluno, pela ideia de ter vivenciado a situação (SANTOS *et al.*, 2019).

Alguns autores destacam ainda que os jogos tornam os estudantes mais ativos no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os mesmos tomam decisões, resolvem problemas e interpretam informações. Além disso, os jogos estimulam a socialização, afeição e criatividade. Dentro deste contexto, o professor assume o papel de mediador do conhecimento, organizador e incentivador da aprendizagem e da construção de saberes do aluno (ARAÚJO; PIRES-NETO, 2020; CONCEIÇÃO *et al.*, 2020). Sendo assim, objetivou-se nesse trabalho apresentar um jogo como proposta para o ensino sobre a dinâmica de populações chamado Metajogo da Ecologia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O jogo é composto por dois tipos de fichas: situações-problema e situações de sorte ou azar. Elas foram impressas em folhas de papel vergê branco 180 g/m², cortadas em partes iguais, com a ilustração original, livre de direitos autorais, de um Muriquí-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) em ambos os lados (Anexo 1). O design da imagem foi construído no programa Adobe Photoshop® CC 2015.

O conteúdo das fichas foi elaborado com base em situações naturais ou causadas pelo ser humano que estejam envolvidas nos parâmetros populacionais (nascimentos, mortes, emigração e imigração). Além disso, foram abordados termos importantes para o entendimento da dinâmica de Metapopulações, como dispersão e variabilidade genética e também, a capacidade de suporte de uma área.

A pesquisa das referências utilizadas como base para a elaboração das situações, foi realizada na ferramenta de pesquisa do Google Acadêmico e contou com artigos científicos, dissertações, teses, trabalhos publicados em anais de eventos e capítulos de livros. Os próprios temas citados foram utilizados como palavras-chave em cada busca em conjunto com as palavras Mata Atlântica, Ecologia, dinâmica de

populações, muriquis e primatas, combinadas juntas ou separadamente.

As fichas de situações problemas (oito fichas) abordam disponibilidade de alimentos, desmatamento, incêndios criminosos, tempestades, construção de hidrelétricas, empreendimentos imobiliários, barragens de rejeitos de minérios e construções ilegais. As fichas de sorte ou azar (16 fichas) abordam endogamia, caça, doenças, dispersão aleatória de indivíduos, disponibilidade de alimentos, morte por envelhecimento, nascimentos, abrigos, clima, floresta preservada, parceiros sexuais, tráfico de animais silvestres e reintrodução de animais recuperados por órgãos ambientais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Metajogo da Ecologia consiste na apresentação da dinâmica de populações e de uma Metapopulação de Muriquí-do-norte de forma lúdica. Os alunos devem ser divididos em quatro grupos (população fragmentada). As fichas de situações-problema e situações de sorte ou azar precisam ser embaralhadas. A cada rodada um grupo deve retirar, aleatoriamente uma ficha. Se for uma ficha contendo uma situação-problema, o próprio grupo terá que decidir o que fazer diante daquela situação em questão. Após a tomada de decisão do grupo, outro grupo retirará outra ficha. Se ela for de sorte ou azar, a ação que o grupo deverá tomar já estará escrita na própria ficha. O grupo vencedor será o que contiver o maior número de indivíduos ao final da atividade. O público-alvo são alunos do Ensino Médio.

O jogo apresenta oito fichas de situações-problema e 16 fichas de sorte ou azar (Anexo 1) e segue as seguintes regras:

- o número máximo será de quatro subpopulações;
- a cada rodada, os grupos retirarão uma das fichas que não serão devolvidas;
- sobre as fichas de sorte ou azar, o grupo deverá obedecer ao que estiver descrito;
- sobre fichas de situação-problema, o grupo precisará pensar no que fazer (como por exemplo, se dispersar para outro local e qual local);
- o número de rodadas não será definido, mas obedecerá a um máximo de 20 minutos de jogo;
- ao término do jogo ganhará o grupo/local com maior número de indivíduos, o que indicará uma maior capacidade de suporte da área.

Ao final do jogo, espera-se que os alunos sejam capazes de compreender: (i) o conceito de metapopulação; (ii) elementos da dinâmica de populações; (iii) os eventos de dispersão, extinção, recolonização, imigração, emigração; (iv) como fatores do ambiente e eventos estocásticos podem influenciar na dinâmica populacional; (v) como os mesmos fatores podem influenciar nos eventos de dispersão de indivíduos entre os fragmentos florestais e (vi) o que é a capacidade de suporte de uma área.

De acordo com suas propriedades didático-pedagógicas, os jogos podem ser classificados como jogos de azar, onde o seu resultado é baseado no componente “sorte”; jogos quebra-cabeça, onde sua execução é decorrente de somente um jogador; jogos de estratégia, ausentes do fator “sorte”, cujo resultado se deve totalmente à interferência estratégica do jogador; jogos de fixação de conceitos, que são aplicados após a

apresentação de algum conceito e têm por finalidade a facilitação da fixação dos mesmos; jogos computacionais, que são formulados com o auxílio da tecnologia e apresentados sob a forma computacional e; jogos pedagógicos, utilizados ao longo do processo de construção do conhecimento e que podem apresentar características de todos os jogos citados anteriormente (MIRANDA *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2020). Sob essa abordagem, o Metajogo da Ecologia pode ser considerado como um jogo pedagógico, com componentes dos jogos de azar, de estratégia e de fixação de conceitos.

Os jogos também podem ser classificados como jogos de exercício, com ênfase no divertimento e uso repetitivo de gestos, mais utilizáveis no primeiro ano de vida das crianças; jogos simbólicos, de caráter fantasioso, utilizando recursos do imaginário e; jogos de regras, que, como o próprio nome afirma, apresenta normas a serem seguidas pelos jogadores (MELIM, 2009; SOARES; REZENDE, 2021). Dentro dessa classificação, o Metajogo da Ecologia se enquadra como um jogo de regras.

Componentes dessa última classificação (jogo de regras), de acordo com o comportamento exigidos aos jogadores ao longo dos jogos, eles podem ser qualificados como individuais, competitivos ou cooperativos. No primeiro caso, assim como nos jogos de quebra-cabeça, os jogadores jogam solitários. Já nos outros dois casos, enquanto, no jogo competitivo, os jogadores atuam contrários, uns aos outros. No jogo cooperativo, os participantes atuam em conjunto para atingirem um objetivo comum (MELIM, 2009; REICHERT *et al.*, 2023).

Apesar de, no Metajogo da Ecologia, haver um grupo vencedor (com maior número de indivíduos ao final), essa informação não deve ser dada inicialmente, aos alunos e a execução do jogo, em si, não tem caráter competitivo, em sua essência, visto que os alunos se deslocam entre os grupos (nos eventos de dispersão) e tomam decisões em conjunto (dentro do grupo), quando retiram uma ficha de situação-problema, decisão essa que não é prejudicial aos outros grupos. Pelo contrário, ao se dispersarem, os outros grupos são favorecidos, visto que recebem mais indivíduos.

O conteúdo das fichas do jogo foi elaborado a partir da leitura de artigos científicos publicados na área de Ecologia, uma vez que diversos fatores podem influenciar na abundância e distribuição de uma população (MATOS, 2014). Dentre eles está a disponibilidade de alimentos, que está ligada, dentre outras questões, à sazonalidade de forma que, na estação de alta oferta desse recurso, conseqüentemente, há uma maior taxa reprodutiva, devido à maior capacidade de suporte da área (FONSECA *et al.*, 2020). Em algumas populações, inclusive, os nascimentos são restritos a determinada estação em detrimento da maior disponibilidade de recursos alimentares (TABOSA, 2016).

Estudos também comprovam que a presença e distribuição de indivíduos está relacionada à disponibilidade de abrigos. Os abrigos promovem proteção contra predadores e impactos de fatores abióticos ambientais, além de serem locais utilizados para a postura de ovos e cuidado dos filhotes (LUNA JUNIOR, 2013; MATOS, 2014; SPILLER *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2023).

A permanência e aumento do número de indivíduos de uma população também está relacionada presença de parceiros sexuais no ambiente. A busca por parceiros sexuais pode ser, inclusive, a causa para a

dispersão de indivíduos de uma população para outro local (COUTINHO, 2007; SILVA *et al.*, 2017). A dispersão é um fator importante para a redução dos riscos de endogamia (OLIVEIRA, 2019).

A dispersão de indivíduos é essencial para que as subpopulações sejam consideradas uma metapopulação e ela varia de acordo com a capacidade dispersora de cada espécie, podendo reduzir o risco, até mesmo, de extinção local (LEVINS, 1969). O contexto metapopulacional também é completamente ligado à fragmentação florestal, levando em consideração que a vegetação em todo o planeta já foi contínua e que a fragmentação se deu principalmente, por ação humana (ANDRADE *et al.*, 2020).

Dentre as principais causas para a destruição das florestas estão os desmatamentos com a finalidade de extração de recursos, expansão urbana e de monoculturas e pastagens (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Dentro da expansão urbana estão inseridos a implantação de empresas e os empreendimentos imobiliários. Conseqüentemente, esse crescimento não acompanha o desenvolvimento social e grande parte da população é limitada a conviver em áreas periféricas, menos favorecidas pelo poder público, o que contribui também para o desmatamento para construções de moradias ilegais, inclusive, em áreas de proteção ambiental (FERNANDES *et al.*, 2019).

A fragmentação florestal com objetivo da implantação de monoculturas e pastagens ocorre, muitas vezes, através das queimadas ilegais, que podem destruir imensas extensões de Unidades de Conservação, ocasionando destruição de hábitat e morte de muitos indivíduos de toda a comunidade (AXIMOFF, 2011), principalmente, quando esses incêndios ocorrem em áreas isoladas, onde há menor chance de sobrevivência (MEDEIROS; FIEDLER, 2004). Um outro empreendimento que também destrói grande parte de áreas vegetadas é a implantação de usinas hidrelétricas, que pode causar perdas de habitats insubstituíveis e extinções ou diminuição da abundância de populações (PASSAMANI; CERBOCINI, 2013; GOMES, 2014).

A perda de habitats irreversível também ocorre em locais onde são construídos polos de extração de minério e, conseqüente construção de barragens de rejeitos. Não bastasse a perda de área florestada pela implantação desse tipo de empreendimento, o rompimento das barragens têm sido uma grande ameaça à biota local (LOPES, 2016).

As populações são impactadas por todas as situações já citadas, no qual o objetivo direto não é atingi-las e também são afetadas quando são o objeto da ação, como no caso da morte de indivíduos devido à caça seja para o próprio consumo ou para o comércio (CARDOSO, 2014). A caça é proibida no Brasil (BRASIL, 1989), mas ainda assim diversos animais são mortos em todo o território, como cervos, antas, porcos selvagens e macacos (FERNANDES-FERREIRA; ALVES, 2018).

Juntamente com a caça, o tráfico de animais silvestres é uma grande ameaça a várias espécies, sendo as ameaçadas de extinção as mais visadas, consideradas como de maior valor (PESSOA *et al.*, 2014). No Brasil, grande parte da motivação pela captura ou compra ilegal de animais silvestres é para criação como animais de estimação (DUARTE *et al.*, 2021). Cabe ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em conjunto com a Polícia Florestal, a fiscalização e apreensão desses animais (BRASIL, 1989).

Todas essas situações influenciam na dinâmica de populações e também na dinâmica de metapopulações, seja por serem eventos que promovam nascimentos na população local ou mortes, seja por estimularem a dispersão de indivíduos para outros locais, por perda de habitats ou pela necessidade de dispersão em si, a partir de motivações reprodutivas ou pela busca de maior oferta de recursos do ambiente. As situações-problema e situações de sorte ou azar do Metajogo da Ecologia expressam essas questões de maneira compreensível aos alunos.

4 CONCLUSÃO

Muito se fala sobre atividades alternativas às aulas expositivas como forma de auxílio para o ensino-aprendizagem dos alunos. O Metajogo da Ecologia trata-se de um jogo dinâmico, que tem por objetivo facilitar o aprendizado sobre Ecologia de Populações, de uma forma divertida. Para além de uma atividade alternativa, são abordados temas emergentes dentro do contexto da Biologia da Conservação, de forma a estimular o pensamento crítico do estudante de Biologia.

Agradecimentos

Lorena de Oliveira Tabosa Nascimento agradece à UAB e ao CEDERJ. Carlos Henrique Nascimento Tabosa agradece ao CNPq e à UFRRJ. Leandra Marques Chaves Melim agradece ao CTUR e à UFRRJ.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. P. Ciência e meio ambiente: a interdisciplinaridade na constituição do pensamento ecológico. *Revista de História Regional*, v. 2, n. 2, 2007.
- ANDRADE, Á. D. S.; RIBEIRO, S. D. C. A.; PEREIRA, B. W. D. F.; BRANDÃO, V. V. P. (2020). Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará. *Ciência Florestal*, v. 30, p. 406-420, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509835074>.
- ARAÚJO, R. F. R.; PIRES NETO, J. P. A utilização do jogo Hidrocart no processo de ensino e aprendizagem em Química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 3, p. 407-417, 2020. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2648>.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J.; NARDI, R. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. *Ciência & Educação*, p. 277-289, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132004000200009>.
- AXIMOFF, I. O que perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro? *Biodiversidade Brasileira*, v. 2, p. 180-200, 2011. <http://dx.doi.org/10.37002/biobrasil.v0i2.139>
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.
- BRASIL. (1989). *Lei Federal nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989*. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente, 1989.
- BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Parte III*. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CARDOSO, M. L. V. **Marcadores moleculares para identificação de Muriqui (*Brachyteles arachnoides*)** (Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão), 2014.

CONCEIÇÃO, A. R.; MOTA, M. D. A.; BARGUIL, P. M. Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de Ciências e Biologia: concepções e práticas docentes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e165953290-e165953290, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3290>.

COSTA, R. S.; DALLAVECHIA, G. S. D. O.; LIMA, C. E. S.; BIANCHI, V., FACHINETTO, J. M.; DASSOW, T. C. Frequência E Diversidade De Formicidae (Hymenoptera) Em Quatro Ambientes Na Região Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul. **Salão do Conhecimento**, v. 9, n. 9, 2023.

COUTINHO, B. R. **Análise da Viabilidade Populacional do Muriqui, *Brachyteles Hypoxanthus* (primates: Atelidae), em Fragmentos de Mata Atlântica de Santa Maria de Jetibá-Espírito Santo** (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória), 2007.

DUARTE, D. F.; SOUZA FERNANDES, T. A.; WALDIGE, A. A.; SILVA, T. S.; dos SANTOS, B. R. G.; FERREIRA, T. F.; ALVES, J. N.; SILVA, A. Y. C.; SCHERER, A. Tráfico de animais silvestres e seus impactos no meio. **Pubvet**, v. 15, n. 180, 2021. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n11a975.1-5>.

DUTRA, T.; CAMARGO, T. S.; de SOUZA, D. O. G. As relações teórico-metodológicas entre o pensamento de Paulo Freire e a educação ambiental crítica e transformadora: um olhar a partir dos temas geradores. **Ambiente & Educação**, v. 26, n. 1, p. 603-632, 2021. <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v26i1.11760>.

FERNANDES-FERREIRA, H.; ALVES, R. R. N. (2018). Aspectos históricos da caça no Brasil nos séculos XVIII e XIX. **Biodiversidade Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 90-105. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v8i2.785>.

FERNANDES, R. B.; PENA, J. S.; de OLIVEIRA, L. G. S.; SOARES, V. B. História urbana e transformações da periferia na cidade de Salvador–Bahia–Brasil: processo, estrutura, função e formas no cabula. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15557-15571, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n9-135>.

FERREIRA, L. M.; de OLIVEIRA, C. M.; SERIKAKU, H.; SHIWA, R. M. (2020). **Desenvolvimento e aplicação de um jogo didático na disciplina de Fundamentos da Ciência do Solo**. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 4, n. 1, 2020.

FONSECA, G.; CALDEIRA, A. M. A. Uma reflexão sobre o ensino aprendizagem de ecologia em aulas práticas e a construção de sociedades sustentáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, 2008. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2008000300006>.

FONSÊCA, K. A.; FIGUEIREDO, D. G.; CELLA-RIBEIRO, A.; da COSTA DORIA, C. R. Bioecologia reprodutiva e alimentar do peixe elétrico *Sternarchella calhamazon* (Gymnotiformes) da bacia do rio Madeira. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 9, n. 3, p. 90-106, 2020.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História (São Paulo)**, v. 32, n. 2, p. 21-48, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-90742013000200003>

GOMES, L. P. **Efeitos da implantação e operação do reservatório hidrelétrico na dinâmica de comunidade de pequenos mamíferos em uma área de Cerrado no Brasil Central** (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília), 2014.

LEVINS, R. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. **American Entomologist**, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1969. <https://doi.org/10.1093/besa/15.3.237>

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2016.

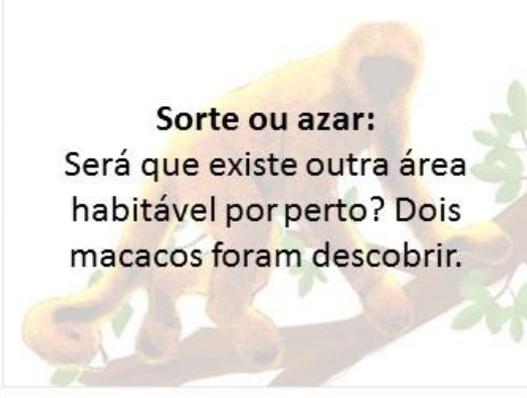
LUNA JUNIOR, M. O. **Partição de habitat por primatas em dois diferentes mosaicos florestais no norte do Rio Negro, Amazônia brasileira** (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife), 2013.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography Revisited**. Nova Jersey: Princeton University Press, 1967.

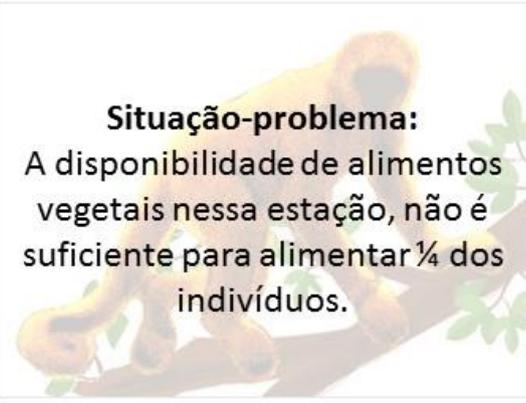
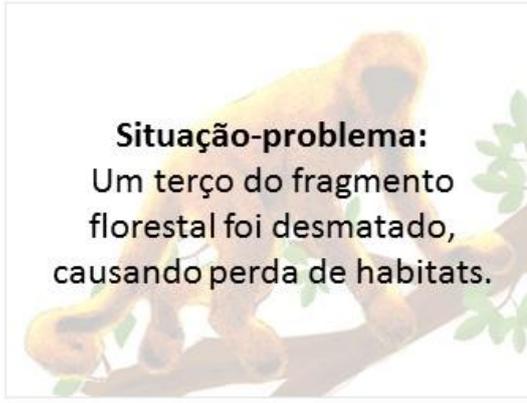
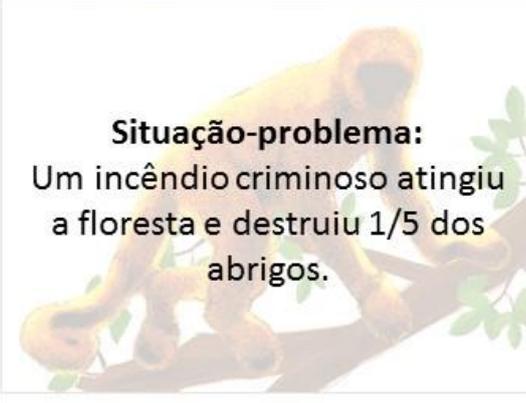
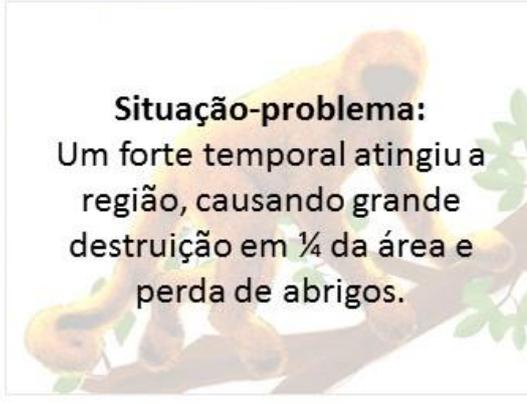
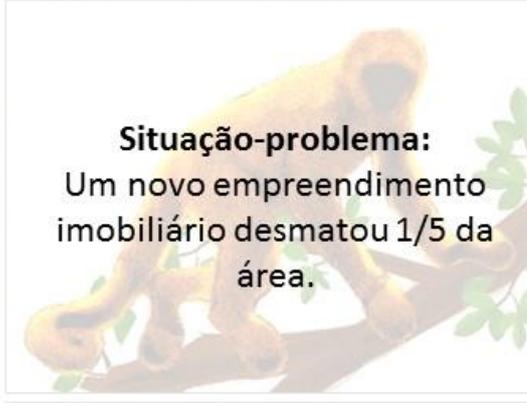
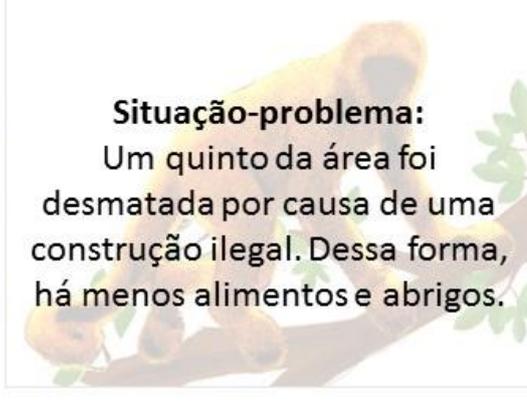
- MATTOS, I. **Influência da disponibilidade de recursos alimentares na dinâmica populacional de roedores em áreas de campo de murundus de um cerrado no Brasil central** (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília), 2014.
- MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no parque nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.
- MELIM, L. **Cooperação ou competição? Avaliação de uma estratégia lúdica de ensino de Biologia para o Ensino Médio e o Ensino Superior** (Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz), 2009.
- MIRANDA, J. C.; GONZAGA, G. R.; COSTA, R. C.; FREITAS, C. C. C.; CÔRTEZ, K. C. (2016). Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. **Scientia Plena**, v. 12, n. 2, 2016.
- MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de Ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p.115-138, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>
- MOTOKANE, M. T.; TRIVELATO, S. L. **Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio**. II Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências. Valinhos, 1999.
- OLIVEIRA, M. E. D. (2019). **Análise do comportamento de filopatria e dispersão em felinos, com ênfase em Puma concolor com o uso de ferramentas moleculares** (Dissertação, Universidade Federal de São Carlos), 2019.
- OLIVEIRA, A. M.; Carnicer, C.; Paiva, H. N.; COSTA, R. P.; NETO, A. M. Mamíferos de médio e grande porte: indicadores de zonas de amortecimento em reflorestamentos Medium and large mammals: indicators of buffer zones in reforestation. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 5, p. 79-85, 2019. <http://dx.doi.org/10.36560/1252019829>.
- PASSAMANI, M.; CERBONCINI, R. A. S. The effects of the creation of a hydroelectric dam on small mammals' communities in central Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 8, n. 1, p. 9-16, 2013.
- PESSOA, T. S. A.; NECO, E. C.; MARQUES, M. F. S.; ABREU, D. B. O.; CORDEIRO, J. F.; WAGNER, P. G. C. Representatividade de primatas no Centro de Triagem de Animais Silvestres da Paraíba entre os anos 2005 e 2010. **A Primatologia no Brasil**, v. 13, p. 330-337, 2014.
- REICHERT, A. R.; DA CRUZ, L. L.; DA COSTA GÜLLICH, R. I. O Potencial Pedagógico De Jogos Didáticos No Processo De Ensino De Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC**, v. 13, n. 3, p. 163-182, 2023. <https://doi.org/10.31512/encitec.v13i3.1071>.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003.
- SANTOS, M. É. D. A. **Relações entre a estrutura da paisagem e a diversidade da vegetação em florestas secundárias na região das cuestas, Charqueada e São Pedro, São Paulo** (Dissertação, Universidade de São Paulo), 2019.
- SANTOS, D. B.; DOS SANTOS MELO, M. E.; PINTO, A. C. M. D. **O Uso De Jogos Na Consolidação Do Conhecimento Na Disciplina De Microbiologia E Imunologia Básica: Quebra-Cabeça Bacteriológico**. Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC), 6, 2019.
- SILVA, G. A. O. D.; PAZ, M. C. P. D.; CORDEIRO, T. A. (2017). Monitoramento do bicho-preguiça *Bradypus variegatus* Schinz, 1825 (Xenarthra: Bradypodidae) em um remanescente de Floresta Atlântica (João Pessoa-PB, Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 8, p. 299-312, 2017. <https://doi.org/10.21438/rbgas.040805>.
- SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 12, n. 1, p. 41-57, 2018. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i1.4516>.
- SOARES, M. H. F. B.; REZENDE, F. A. de M. (2021). Concepções teóricas/epistemológicas do jogo e a epistemologia genética de Jean Piaget: delineamentos para um ensino de química lúdico. **Debates em Educação**, v. 13, p. 289-305, 2021. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p289-305>.

TABOSA, L. O. (2016). **Aspectos da biologia reprodutiva e coexistência temporal de duas espécies simpátricas do gênero *Anoura*, em Valença, Rio de Janeiro** (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica).

Anexo 1 - Metajogo da Ecologia em tamanho real para impressão, contendo três páginas com as situações-problema e de sorte ou azar e uma página com a identificação do jogo presente na parte anterior da ficha.

 <p>Sorte ou azar: A endogamia (reprodução entre indivíduos aparentados) afetou a sobrevivência de 30% da população.</p>	 <p>Sorte ou azar: Caçadores estão andando por essa área. Um indivíduo foi morto.</p>
 <p>Sorte ou azar: Uma doença atingiu essa população. Todos os macacos morreram.</p>	 <p>Sorte ou azar: Aleatoriamente, quatro indivíduos partiram em direção a novos locais.</p>
 <p>Sorte ou azar: A grande disponibilidade de frutos favoreceu o nascimento de três filhotes.</p>	 <p>Sorte ou azar: Dois macacos estavam bem velhinhos e morreram.</p>
 <p>Sorte ou azar: Dois filhotes nasceram nessa população.</p>	 <p>Sorte ou azar: Será que existe outra área habitável por perto? Dois macacos foram descobrir.</p>



 <p>Situação-problema: A disponibilidade de alimentos vegetais nessa estação, não é suficiente para alimentar $\frac{1}{4}$ dos indivíduos.</p>	 <p>Situação-problema: Um terço do fragmento florestal foi desmatado, causando perda de habitats.</p>
 <p>Situação-problema: Um incêndio criminoso atingiu a floresta e destruiu $\frac{1}{5}$ dos abrigos.</p>	 <p>Situação-problema: Um forte temporal atingiu a região, causando grande destruição em $\frac{1}{4}$ da área e perda de abrigos.</p>
 <p>Situação-problema: Uma hidrelétrica será construída aqui e ocupará metade da área.</p>	 <p>Situação-problema: Um novo empreendimento imobiliário desmatou $\frac{1}{5}$ da área.</p>
 <p>Situação-problema: Uma barragem com rejeitos de minério se rompeu e destruiu $\frac{1}{4}$ do fragmento florestal.</p>	 <p>Situação-problema: Um quinto da área foi desmatada por causa de uma construção ilegal. Dessa forma, há menos alimentos e abrigos.</p>

