



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

WILLIAN DE MIRANDA TRINDADE CARNEIRO

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA ESCOLAR
PARA A SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

FORTALEZA

2026

WILLIAN DE MIRANDA TRINDADE CARNEIRO

SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA ESCOLAR PARA
A SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Biológicas

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria
Coorientadora: Dra. Ana Cecília Ribeiro de
Castro

FORTALEZA
2026

WILLIAN DE MIRANDA TRINDADE CARNEIRO

SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA ESCOLAR PARA
A SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Biológicas

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria
Coorientadora: Dra. Ana Cecília Ribeiro de
Castro

Aprovada em: 07/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Vicente Vieira Faria (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro (Coorientador)

Embrapa Agroindústria Tropical

Dra. Erika Freitas Mota

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Renata Cândido Carvalho

Prefeitura Municipal de Fortaleza - SME

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Vicente Vieira Faria e à Dr.^a Ana Cecília Ribeiro de Castro, pela orientação cuidadosa e pela confiança depositada em cada etapa deste trabalho. À minha mãe Elizanir Miranda e à minha segunda mãe Ana Cláudia, por serem presença e amparo em todos os momentos. Ao meu pai, Mardônio Carneiro, aos meus irmãos e a toda a família que carrego no coração, de vocês vem a força que me trouxe até aqui.

Ao meu companheiro João Victor Araújo e à sua família acolhedora, pela ternura e pelo lar que me ofereceram. Aos amigos de infância, aos companheiros de graduação e a todos, novos e antigos, que estiveram ao meu lado ao longo dessa jornada, especialmente a quem me abriu as portas de casa quando mais precisei, seus gestos de compaixão eu jamais esquecerei. Em memória dos que já partiram, mas que seguem presentes em tudo o que sou.

Este trabalho é, em muitos sentidos, fruto de todos vocês.

“É sempre mais fácil empurrar com a barriga e deixar o abacaxi para os netos, mas enquanto o mundo continua parolando, o termômetro e a água, vão subindo.” (Manu Chao, 1998)

RESUMO

A conservação da biodiversidade representa um dos principais desafios socioambientais contemporâneos e demanda estratégias educacionais capazes de aproximar os estudantes das questões ambientais de seu contexto local. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) estruturada a partir de um jogo de tabuleiro como recurso didático para o ensino da conservação da biodiversidade no Estado do Ceará, utilizando a abordagem da Pesquisa Baseada em Design (Design-Based Research – DBR). A pesquisa foi desenvolvida por meio das etapas de análise, concepção, intervenção e avaliação. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre Educação Ambiental, conservação da biodiversidade, Unidades de Conservação e jogos didáticos. Em seguida, foi elaborado o jogo de tabuleiro denominado ZELAR!, fundamentado nos princípios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e contextualizado às áreas protegidas e à biodiversidade do Ceará. Após uma etapa de validação e refinamento do protótipo, a sequência didática foi aplicada a uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Fortaleza. Os dados foram coletados por meio de atividade diagnóstica e questionário final e analisados com base na análise Textual Discursiva. Os resultados indicaram que a sequência didática ampliou a compreensão dos estudantes sobre conservação da biodiversidade, especialmente em relação às Unidades de Conservação, à fiscalização ambiental, ao papel das espécies nativas e exóticas e aos impactos das ações humanas nos ecossistemas. Além disso, favoreceu a construção de uma visão mais crítica e sistêmica da conservação ambiental, evidenciando o potencial do jogo de tabuleiro como recurso didático para contextualizar conteúdos e promover o engajamento estudantil.

Palavras-chave: Diversidade biológica. Pesquisa Baseada em Design. Jogos educacionais.

ABSTRACT

Biodiversity conservation represents one of the major contemporary socio-environmental challenges and requires educational strategies capable of bringing students closer to the environmental issues of their local context. In this regard, this study aimed to develop and evaluate a Teaching-Learning Sequence (TLS) structured around a board game as a pedagogical resource for teaching biodiversity conservation in the state of Ceará, Brazil, using the Design-Based Research (DBR) approach. The research was conducted through the stages of analysis, design, intervention, and evaluation. Initially, a literature review was carried out on Environmental Education, biodiversity conservation, Protected Areas, and educational games. Subsequently, the board game entitled ZELAR! was developed based on the principles of the Brazilian National System of Protected Areas and contextualized within the protected areas and biodiversity of Ceará. After a stage of prototype validation and refinement, the teaching sequence was implemented in a second-year high school class at a public state school in Fortaleza. Data were collected through a diagnostic activity and a final questionnaire and were analyzed using Discursive Textual Analysis. The results indicated that the teaching sequence enhanced students' understanding of biodiversity conservation, particularly regarding Protected Areas, environmental enforcement, the role of native and exotic species, and the impacts of human activities on ecosystems. Furthermore, it promoted the development of a more critical and systemic perspective on environmental conservation, highlighting the potential of board games as educational resources for contextualizing content and fostering student engagement.

Keywords: Biological diversity. Design-Based Research. Educational Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Etapas da Design Based Research.....	18
----------	--------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Fundamentos e design tricks da metodologia Quest 3x4.....	18
Quadro 2	Competências e habilidades da BNCC mobilizadas pela Sequência de Ensino-Aprendizagem.....	20
Quadro 3	Componentes físicos do jogo de tabuleiro ZELAR! e suas descrições.....	23
Quadro 4	Unitarização e Categorização das respostas dos estudantes.....	26
Quadro 5	Unidades Teóricas de referência para as questões da atividade diagnóstica.....	27
Quadro 6	Unitarização e categorização das respostas dos estudantes no questionário final.....	31
Quadro 7	Unidades Teóricas de referência para as questões do questionário final.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CB	Cestas de Biodiversidade
DBR	Design-Based Research
EA	Educação Ambiental
IIE	Índice de Integridade Ecológica
IQM	Índice Municipal de Qualidade do Meio Ambiente
SEA	Sequência de Ensino-Aprendizagem
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UCs	Unidades de Conservação
UE	Unidades Empíricas
UT	Unidade Teórica
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PI	Pontos de Integração
REVIS	Refúgio de Vida Silvestre
RPG	Role-Playing Game

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
Características Fundamentais da DBR.....	13
Análise.....	14
Concepção.....	14
Atividade.....	14
Avaliação.....	15
A DBR no Ensino de Ciências.....	16
OBJETIVOS.....	17
Objetivos Específicos.....	17
METODOLOGIA.....	17
Concepção do recurso educacional.....	17
Intervenção inicial e ajustes da ferramenta.....	19
Intervenção final: do planejamento da aula à coleta de dados.....	19
Caracterização da escola e da turma.....	19
Planejamento da aula.....	20
Avaliação de dados com a Análise Textual discursiva.....	20
Unitarização e Categorização.....	21
Comunicação.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
Relato da Regência em sala.....	25
Análise Textual Discursiva para a atividade diagnóstica.....	25
Comunicação.....	28
Análise textual discursiva para o questionário final.....	29
Unitarização e categorização.....	30
Comunicação.....	34
Qual progressão na aprendizagem foi observada nos estudantes?.....	36
Que efeitos essas mudanças produziram?.....	36
O que se aprendeu sobre o processo de ensino-aprendizagem a partir da ferramenta didática desenvolvida?.....	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	40
GLOSSÁRIO.....	46
APÊNDICES.....	47
APÊNDICE A - TABULEIRO “ZELAR!”.....	47
APÊNDICE B - CESTAS DE BIODIVERSIDADE.....	48
APÊNDICE C - CARTAS DE AÇÃO.....	52
APÊNDICE D - CARTAS DE FISCALIZAÇÃO.....	61

INTRODUÇÃO

Crescer perto do litoral cearense, significa ter a natureza como vizinha desde cedo. Esse contato me despertou, antes mesmo de qualquer formação, um desejo simples e direto: proteger o maior território possível para que eu crescesse com tudo preservado. A lógica parecia evidente, proteger é demarcar, e demarcar é preservar. Essa determinação motivou minha entrada no curso de Ciências Biológicas, mas isso me trouxe à tona uma complexidade que a proximidade afetiva com a natureza ainda não havia revelado: criar e manter uma unidade de conservação envolve disputas territoriais, instrumentos jurídicos, conflitos socioambientais e recursos que raramente estão disponíveis na medida necessária. A proteção legal de um território, por si só, não garante sua integridade e essa percepção deslocou a questão: se ampliar áreas protegidas não depende apenas da vontade de fazê-lo, por onde começa a mudança?

Foi na Educação Ambiental que essa pergunta encontrou um caminho possível. Levar o debate sobre conservação da biodiversidade para dentro da sala de aula de uma maneira que dialogue com a realidade do estudante revelou-se a condição para que ela se torne, de fato, sustentável.

Os esforços para preservar as riquezas naturais ao redor do mundo não são um problema da atualidade, mas sim uma emergência que persiste desde que a sociedade começou a perceber o impacto causado pelo crescimento exponencial da Revolução Industrial no meio ambiente. As ações antrópicas evidenciadas por Marsh (1864) alertavam sobre a degradação do meio ambiente através do manejo inadequado dos recursos naturais não renováveis e que as tentativas de mitigação dessa degradação pela introdução de espécies exóticas, provocariam desequilíbrio ambiental e escassez de recursos. Esse diagnóstico, permanece atual: a perda acelerada da biodiversidade, o avanço do desmatamento e a fragmentação de habitats configuram, hoje, uma crise ecológica de dimensões globais que exige respostas igualmente amplas (Lopes et al., 2025), a começar pela educação.

No Brasil, a Educação Ambiental encontra respaldo legal sólido na Constituição Federal de 1988 e na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei n.º 9.795/1999 (Brasil, 1999), que a define como componente essencial e permanente da

educação nacional. A adoção da transversalidade como princípio organizador da Educação Ambiental foi determinante para seu fortalecimento no ambiente escolar: ao ser incorporada de forma transversal, a temática ambiental deixa de ser restrita a uma única disciplina e passa a permear todas as áreas do conhecimento, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais integrada das relações entre sociedade e meio ambiente (Obando, 2024). De forma complementar, Santos, Muller e Mendes (2025), identificaram lacunas metodológicas e de aprendizagem sobre o ensino de biomas brasileiros na educação básica, que afastam os estudantes do patrimônio natural de sua própria realidade territorial, reforçando a necessidade de ferramentas didáticas capazes de promover uma cidadania com responsabilidade socioambiental.

No âmbito estadual, essa lacuna assume contornos específicos. O território cearense abriga uma grande rede de unidades de conservação estaduais, geridas pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA), e comporta uma biodiversidade singular, marcada pela Caatinga: bioma exclusivamente brasileiro e um dos mais ameaçados do planeta (Ab'Sáber, 2003). Apesar disso, essas áreas protegidas e as espécies que as compõem raramente figuram nos conteúdos trabalhados em sala de aula, mantendo os estudantes distantes de um patrimônio natural que é parte de sua identidade territorial e objeto de políticas públicas concretas (Schwarz; Sevegnani; André, 2007).

Diante desse cenário, a busca por metodologias ativas capazes de aproximar o currículo de Biologia da realidade local do estudante torna-se não apenas uma escolha pedagógica, mas sim uma necessidade formativa. O uso de jogos didáticos como recursos de mediação tem se mostrado uma alternativa eficaz para tornar conceitos ecológicos complexos mais acessíveis, estimular o protagonismo estudantil e promover a tomada de decisão diante de dilemas socioambientais concretos (Ramos; Pereira; Ribeiro, 2023).

Nesse sentido, a presente pesquisa se justificou na necessidade de desenvolver e avaliar uma ferramenta didática que articule as competências previstas na BNCC ao contexto da conservação da biodiversidade no Ceará. Para isso, utilizaram-se as unidades de conservação estaduais como eixo estruturante de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) fundamentada na abordagem da Design Based Research (Kneubil; Pietrocola, 2017). Ao integrar conteúdo ecológico, legislação ambiental e espécies nativas da Caatinga em uma experiência lúdica contextualizada, este trabalho buscou contribuir tanto para o campo do ensino de Biologia quanto para a formação de estudantes mais críticos e comprometidos com a conservação do patrimônio natural de seu próprio estado.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Design-Based Research (DBR), ou Pesquisa Baseada em Design, surgiu no início do século XXI como uma resposta às críticas de que a investigação educacional tradicional estava distante da prática cotidiana em sala de aula (Brown, 1992). Ela não é apenas um método de ensino, mas sim um processo cognitivo que busca o equilíbrio da teoria com a inovação prática, transformando estudantes e professores em atores ativos da investigação (Kneubil; Pietrocola, 2017). A DBR permite que o investigador intervenha diretamente no ambiente de aprendizagem para resolver problemas educacionais específicos.

Características Fundamentais da DBR

De acordo com Kneubil e Pietrocola (2017), a DBR fundamenta-se em quatro pilares essenciais: i. Intervencionista, pois procura alterar a realidade educacional através do uso de artefatos, ferramentas ou sequência de ensino; ii. Interativa e iterativa, porque o processo de design é composto por ciclos repetidos de investigação, construção e refinamento; iii. Focada na resolução de problemas práticos, mas sem abrir mão da construção de conhecimento teórico; e iv. Colaborativa, pois envolve a interação constante entre investigadores e participantes. Cada ciclo de investigação deste método, configura uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) e pode ser compreendido como uma intervenção pedagógica que integra o planejamento de atividades didáticas com a investigação teórica sobre o processo de aprendizagem de conteúdos específicos. Ela se diferencia de um plano de aula convencional porque é um produto de pesquisa desenhado para mediar a relação entre o conhecimento científico e a estrutura cognitiva do estudante (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Etapas de elaboração da DBR

O ciclo investigativo da DBR, de acordo com Nobre (2021), prevê para cada sequência de ensino-aprendizagem, quatro etapas complementares que articulam o investigador e os participantes entre a teoria e a prática (Figura 1).

Análise

Esta etapa inicial é a responsável por mapear e fazer o pesquisador refletir sobre um problema. O problema a ser trabalhado pode surgir por meio de uma observação participante em sala de aula, de uma conversa docente, de revisões bibliográficas e até mesmo de perguntas dos estudantes em sala de aula. O método para se mapear os dados nesta etapa independe da natureza dos elementos, mas precisa manter a sua essência em buscar caminhos para melhorar uma prática real e tangível (Nobre 2021).

Concepção

A etapa de concepção concretiza dois traços que definem a DBR enquanto metodologia de design. O primeiro é a produção de artefatos e ferramentas pedagógicas onde o investigador atua como desenvolvedor de procedimentos, materiais e dispositivos tecnológicos como peças centrais da intervenção. Como sublinha Brown (1992), essas produções não são meros instrumentos de recolha de dados, mas sim peças centrais testadas na própria intervenção educacional. O segundo traço é o planejamento das suas atividades e seu método de coleta de dados. Selecionam-se as ferramentas de investigação, recorrendo tanto a métodos qualitativos quanto quantitativos, classificados por Nobre (2021) quanto à natureza do registro:

- Métodos qualitativos: entrevistas; observação participante; relatórios de ações; memorandos; registros audiovisuais, etc (Nobre 2021).
- Métodos quantitativos: questionários; lista de pontos; testes e avaliações.

Nesse sentido, a concepção em DBR não se esgota em planejar como observar e medir, mas envolve desenhar e produzir os artefatos que vão estruturar a prática (Nobre 2021).

Atividade

A etapa de atividades corresponde ao momento em que o plano de ação e os artefatos previamente concebidos são efetivamente postos em prática no contexto real de ensino-aprendizagem. É aqui que a investigação DBR acontece, através da implementação das intervenções desenhadas, da utilização efetiva das tecnologias previstas e da recolha de registros dos participantes. Esta fase atribui particular relevância ao tempo dedicado à análise preliminar dos dados e à reflexão que dela decorre, pois é esse trabalho que permite avaliar os ciclos já realizados e desenhar com mais precisão os ciclos seguintes. A etapa de atividades

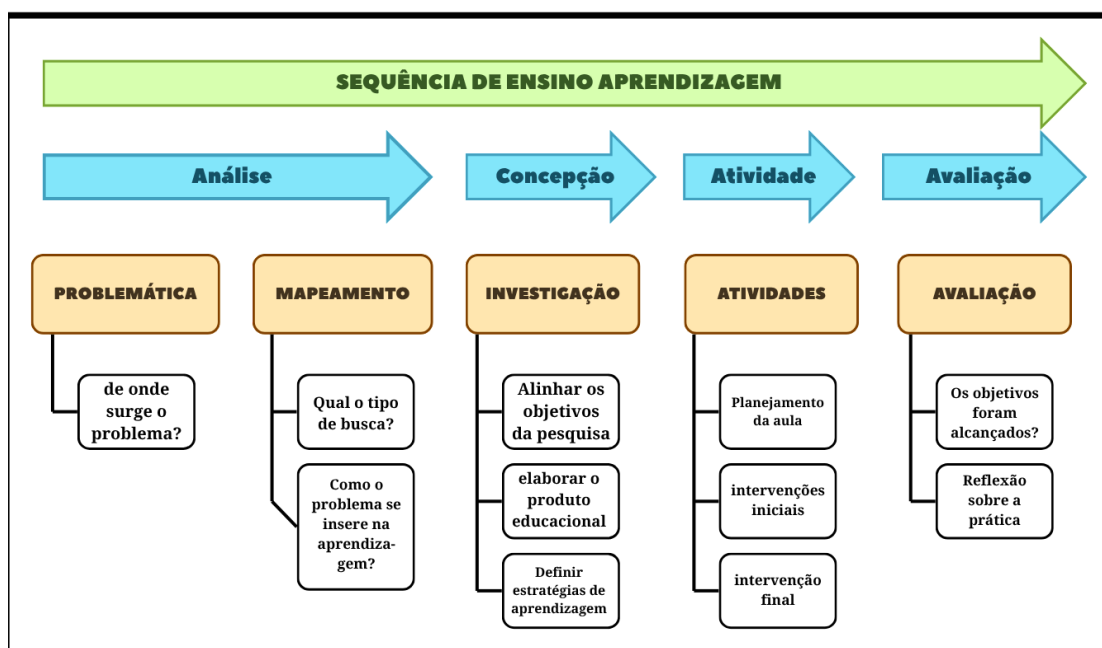
materializa, assim, a prática real da sala de aula (Nobre 2021).

Avaliação

A etapa de avaliação é o momento em que se examinam os efeitos da intervenção implementada. Concluída a fase de atividades, procede-se a uma análise dos dados recolhidos, orientada por questões que ajudam a estruturar essa reflexão (Nobre 2021): que mudanças foram efetivamente observadas? Que efeito tiveram nos alunos? O que se aprendeu sobre os participantes, sobre a aprendizagem e sobre os conteúdos trabalhados? E, sobretudo, essa mudança deve passar a integrar de forma permanente a prática pedagógica do investigador?

A avaliação não se esgota, no entanto, numa reflexão individual: a DBR defende a pluralidade metodológica, comparando pontos de vista e observações, sem reduzir a complexidade dos fenômenos a partir de variáveis isoladas, combinando interações entre as dimensões cognitivas, sociais e institucionais (Brown, 1992). É também nesta fase que se verifica se os objetivos inicialmente definidos foram realizados e se identificam aspectos a melhorar ou a adaptar, retroalimentando novas hipóteses, novas problematizações e, frequentemente, um novo ciclo iterativo de análise, concepção e atividades. A avaliação cumpre, deste modo, uma dupla função: valida cientificamente os resultados obtidos junto da comunidade académica e devolve à prática pedagógica um conhecimento renovado, fechando o circuito entre teoria e prática que está no cerne da metodologia DBR (Nobre 2021).

Figura 1 - Etapas da Design based Research.



Fonte: Adaptado de Nobre (2021, p. 15.).

A DBR no Ensino de Ciências

No contexto do ensino de biologia e ecologia, a DBR revela-se particularmente eficaz para o planejamento de Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA), com uma abordagem que permite ao investigador-professor testar como conceitos científicos complexos são assimilados pelos alunos por meio de ferramentas didáticas e produtos educacionais (Kneubil; Pietrocola, 2017). Dessa forma, a DBR permite que essas ferramentas sejam desenvolvidas para serem não apenas lúdicas, mas sim, instrumentos de mediação didática validados pela prática.

Segundo Silva, Hora e Santos (2025), a utilização da SEA no ensino de ciências atua como um elemento simplificador da aprendizagem, permitindo que conceitos complexos sejam fragmentados e trabalhados de maneira progressiva e articulada, transformando assim, a aula que seria um roteiro conteudista, em um espaço de experimentação e protagonismo do aluno. Dessa forma, a aplicação de sequências estruturadas favorece a construção do conhecimento ao integrar diferentes estratégias, como o uso de tecnologias e jogos, que estimulam a curiosidade e a participação direta no processo educativo.

A elaboração de uma SEA pressupõe então que o professor-pesquisador considere as limitações do contexto escolar e integre a elas as competências que se deseja desenvolver, garantindo que ela não se torne uma estrutura rígida, mas um roteiro flexível e fundamentado que permite ao docente orientar a construção do conhecimento de forma sistemática e lúdica ao mesmo tempo, partindo de conhecimentos prévios dos estudantes em direção a reconciliação integrativa de conceitos mais complexos a partir da utilização de ferramentas e artefatos didáticos, como jogos (Santos; Costa, 2025).

Portanto, a DBR não se resume apenas à escolha de ferramentas pedagógicas, mas expressa uma postura investigativa que reconhece a sala de aula como espaço de produção de conhecimento, em que teoria e prática se constroem de forma contínua. Essa abordagem metodológica busca romper com a lógica transmissiva do ensino tradicional e permite que as intervenções pedagógicas respondam às especificidades do contexto em que são aplicadas. É nessa perspectiva que a integração entre o ensino de ciências e a DBR transforma as práticas pedagógicas em um espaço de protagonismo, investigação e construção coletiva do saber (Nobre, 2021).

OBJETIVOS

Desenvolver e avaliar uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) estruturada a partir de um jogo de tabuleiro como recurso didático para a sensibilização da conservação da biodiversidade no estado do Ceará.

Objetivos Específicos

1. Desenvolver um recurso educacional para o ensino de conservação da biodiversidade;
2. Verificar o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais dos estudantes frente a dilemas de conservação da biodiversidade no estado do Ceará ao longo da sequência de ensino-aprendizagem.

METODOLOGIA

O presente trabalho configura-se como uma pesquisa qualitativa de natureza intervencionista (Marconi; Lakatos, 2003), estruturada pela abordagem da design based research (DBR). Essa abordagem opera por meio de ciclos iterativos de análise, concepção e avaliação, para desenvolver investigações em contextos educacionais, aplicadas sob a forma de uma SEA (Nobre, 2021).

A etapa de análise consistiu em mapear o problema sobre as abordagens da educação brasileira no que tange à conservação da biodiversidade. Nesta etapa, os conhecimentos conceituais que deveriam ser explorados foram identificados por meio de uma pesquisa bibliográfica. Para compor este arcabouço teórico, realizou-se uma busca bibliográfica na ferramenta Google Scholar, adicionando o filtro temporal – desde 2020 – e selecionando os registros de maior relevância para os eixos temáticos: educação ambiental no Brasil; conservação da biodiversidade na escola; unidades de conservação da educação; e jogos sobre conservação da biodiversidade.

Concepção do recurso educacional

Já na etapa subsequente de concepção, foi estabelecida a criação de um jogo como ferramenta didática. Para o design do jogo foi utilizado o Manual prático de como fazer jogos

de tabuleiro, elaborado por Caretta (2018), que seguiu a metodologia Quest 3x4 e propôs uma ideia inversa de se pensar na elaboração de jogos, definindo-se primeiro as mecânicas do jogo e desenvolvendo posteriormente a sua temática. De acordo com o manual, a mecânica deve ser definida a partir de quatro fundamentos: espaço; atores; itens; e objetivos. Cada fundamento, por sua vez, possui três artifícios de projeto ou design tricks¹, mas apenas um deve ser escolhido para direcionar cada fundamento. A definição dos fundamentos e seus design tricks estão listados abaixo (Quadro 1):

Quadro 1. Fundamentos e design tricks da metodologia Quest 3x4.

FUNDAMENTO	DEFINIÇÃO	DESIGN TRICKS
Espaço	Área do jogo que condiciona as ações e define a identidade visual do protótipo	Progressão, exploração e combate.
Atores	Avatares que personificam o jogador e indicam o progresso na partida	Marcadores, personagens e customizáveis
Itens	Objetos (físicos ou não) que dão ao jogador auxílio durante as jogadas (não confundir com os componentes do jogo: dados, peões, etc.)	PowerUps, Inventário e Status.
Objetivos	Define conflitos que dão identidade ao jogo	<i>Kill, Coop e Fedex</i>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Cada fundamento recebeu, portanto, uma camada temática coerente com o conteúdo da SEA. O espaço, definido pelo design trick de Exploração, foi traduzido em um tabuleiro circular que representa o território do estado do Ceará organizado em unidades de conservação estaduais e geridas pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará (SEMA), de modo que o deslocamento dos jogadores pelo tabuleiro simulasse a dinâmica real de gestão dessas áreas protegidas. Os atores, orientados pelo design trick de Personagens, foram concebidos como agentes da população que atuam diretamente nas unidades de conservação. Os itens, estruturados pela design trick de Inventário, deram origem a dois conjuntos de cartas — Cartas de Fiscalização Ambiental e Cartas de Ação — construídas a partir de autos de infração reais registrados pela SEMA e de informações sobre espécies nativas e exóticas invasoras do Ceará, extraídas de instrumentos normativos oficiais. Por fim, o objetivo, definido pela design trick Fedex, estabeleceu que o avanço dos jogadores

dependeria da coleta, gestão e alocação estratégica de fichas físicas denominadas cestas de biodiversidade (CB), que representam os serviços ecossistêmicos da caatinga, com vistas à instalação progressiva de melhorias nas unidades de conservação geridas durante a partida.

Intervenção inicial e ajustes da ferramenta

As primeiras intervenções educacionais junto ao protótipo foram aplicadas a estudantes e profissionais (observadores) da área de recursos genéticos. Essa aplicação teve como finalidade validar a ferramenta didática e realizar revisão de conteúdo e jogabilidade da ferramenta didática. Durante essa etapa, os observadores participaram da coleta de dados por meio de fichas de playtest. Como parte da natureza iterativa da DBR, estes registros foram analisados e as considerações foram aplicadas como aprimoramento do jogo.

Intervenção final: do planejamento da aula à coleta de dados

Após a implementação das considerações anteriores, iniciou-se a etapa final da pesquisa, correspondente à implementação da sequência de ensino-aprendizagem (SEA) em seu contexto educacional de destino. Para isto, decidiram-se a escola e a turma para a aplicação da intervenção, além da estratégia didática e suas respectivas atividades.

Caracterização da escola e da turma

A pesquisa foi realizada em uma escola de ensino médio da rede pública estadual de ensino localizada no bairro Conjunto Ceará, Unidade de Vizinhança II em Fortaleza-CE, região urbana densamente povoada da capital. A escola atende predominantemente estudantes residentes no entorno do Conjunto Ceará, exclusivamente na etapa de Ensino Médio. No âmbito pedagógico, a escola dispõe de biblioteca, laboratórios de informática e ciências, espaços multimídia e projetos voltados à permanência e ao sucesso escolar, além de organismos de gestão democrática, como conselho escolar, grêmio estudantil e conselhos de classe.

A intervenção pedagógica foi estruturada para integrar o jogo didático ao conteúdo programático da disciplina de Itinerário Formativo: “[...] percursos de aprendizagem personalizados, escolhidos pelos estudantes para aprofundar seus conhecimentos em áreas específicas ou prosseguir uma formação técnica/profissional.” (Ceará, 2025, p. 14), em uma turma de 45 estudantes do segundo ano do Ensino Médio da EEM Dr. Gentil Barreira. A

carga horária semanal para esta unidade curricular prevista pela Secretaria de Educação do Estado para o ano de 2026, foi de quatro h/aula semanais.

Planejamento da aula

O desenvolvimento da aula necessitou de duas semanas ou 08 h/aula, distribuídas entre atividades de contextualização, aplicação do jogo e momentos de reflexão sobre os conteúdos abordados. O planejamento foi elaborado com o objetivo de desenvolver competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) (Quadro 2). Já o referencial teórico usado para a construção da aula foi a Aprendizagem Baseada em Jogos (Macedo; Petty; Passos, 2000).

Quadro 2. Competências e habilidades da BNCC mobilizadas pela Sequência de Ensino-Aprendizagem.

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
“[...] entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico.”	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Fonte: Brasil (2018), adaptado pelo autor.

Neste momento, demonstrou a natureza de intervenção pedagógica deste trabalho, onde os registros dos estudantes foram coletados a partir dos registros das seguintes atividades: perguntas subjetivas para o diagnóstico; e questionário final.

Avaliação de dados com a Análise Textual discursiva

A última etapa desta SEA foi a avaliação das atividades, realizada por meio da análise

textual discursiva (ATD), conforme Moraes e Galianzi (2006). Este processo permitiu interpretar as percepções dos estudantes sobre os dilemas de conservação da biodiversidade no contexto do Ceará, em direção às novas compreensões sobre o que foi investigado, seguindo duas etapas interdependentes: i. unitarização e categorização e ii. comunicação.

Unitarização e Categorização

As respostas registradas pelos estudantes nas atividades sequenciais, foram desmontadas em Unidades Empíricas (UE), que foram fragmentos de sentido da resposta gerados pelo pesquisador, de modo que represente o sentido original da resposta, aplicado ao objetivo da pesquisa. (Moraes, 2003). A categorização, consistiu no agrupamento das UE a partir de um processo comparativo que reuniu elementos semelhantes em categorias. O processo de categorização foi predominantemente indutivo de produção, ou seja, categorias emergentes, construídas a partir das próprias respostas, e não definidas a priori. As categorias construídas foram avaliadas segundo dois critérios apontados por Moraes (2003) como essenciais à qualidade de uma análise textual: a validade, isto é, a capacidade de cada categoria representar adequadamente as Unidades Empíricas a ela associadas; e a homogeneidade, cujas categorias de um mesmo conjunto derivaram de um único princípio classificatório. Para cada bloco de questões analisadas, as Unidades Empíricas foram comparadas às Unidades Teóricas (UT): respostas formuladas pelo pesquisador como expressão mais adequada, do ponto de vista científico, à pergunta correspondente, permitindo observar o grau de aproximação entre o conhecimento prévio dos estudantes e o conhecimento científico de referência.

Comunicação

A terceira e última parte da comunicação, consistiu na análise comparativa entre as Unidades Empíricas e as Unidades Teóricas na elaboração de um metatexto interpretativo a partir das categorias construídas, no qual se formulou uma ideia central que articulou as diferentes categorias em uma compreensão mais ampla das respostas (Moraes, 2003). Por fim, buscou-se responder às questões formuladas por Nobre (2021) para a etapa de avaliação da Pesquisa Baseada em Design (DBR): que mudanças foram observadas nos estudantes? Que efeitos essas mudanças produziram? E o que se aprendeu sobre o processo de ensino-aprendizagem a partir da ferramenta didática desenvolvida?

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O “ZELAR!” é um jogo de tabuleiro educativo voltado para alunos do Ensino Médio, desenvolvido como ferramenta pedagógica para o ensino de conservação da biodiversidade e gestão ambiental. O jogo é fundamentado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), e ambientado no estado do Ceará, com foco no bioma Caatinga.

No jogo, os participantes assumem o papel de gestores de territórios, enfrentando pressões antrópicas reais, infrações registradas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE - (CEARÁ) e eventos ecológicos dinâmicos. A mecânica recompensa decisões sustentáveis e penaliza degradações ambientais, promovendo a construção de conhecimento de forma lúdica e participativa.

Destaca-se que o objetivo central é gerenciar e consolidar Unidades de Conservação (UCs), construindo o território mais resiliente e ecologicamente íntegro. A métrica de sucesso é o Índice de Integridade Ecológica (IIE), calculado pela acumulação de Pontos de Integração (PI). Vence o jogador que ao final da partida apresentar o maior IIE.

Em relação à descrição, o “ZELAR!” é composto por materiais físicos desenvolvidos para simular, de forma lúdica, os processos reais de gestão ambiental no Ceará, cada um cumprindo uma função específica dentro da mecânica da partida. O tabuleiro circular está organizado em 42 casas entre unidades de conservação, infraestrutura e casas de funcionalidade, representando o território cearense e suas áreas protegidas reais (Apêndice A). Os dois baralhos de cartas introduzem eventos ecológicos e socioambientais, sendo as cartas de fiscalização ambiental elaboradas a partir de autos de infração reais emitidos pela SEMACE entre 2019 e 2024. As fichas de cestas de biodiversidade (CB) representam o capital ecológico disponível a cada jogador, enquanto as fichas de controle de pontos de integração (PI) e os marcadores individuais registram o progresso de cada equipe ao longo da partida (Quadro 3).

Quadro 3. Componentes físicos do jogo de tabuleiro ZELAR! e suas descrições.

Componente	Descrição
------------	-----------

Tabuleiro circular	42 casas em categorias: UCs de uso sustentável, UCs de proteção integral, infraestruturas e casas de funcionalidade.
Baralho de cartas	Cartas de ação (Sorte/Revés) e cartas de fiscalização ambiental com autos de infração reais da SEMACE
Fichas de CB (80 fichas)	4 categorias: 5,0CB $\times$ 8,0; 2,0CB $\times$ 32; 1,0CB $\times$ 18; 0,5 CB $\times$ 22.
Fichas de Controle de PI	Para registro individual dos pontos de integração (PI) de cada jogador.
Marcadores de Jogador	Pinos individuais para identificar a posição de cada equipe no tabuleiro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As fichas de CB representam o capital ecológico disponível para cada jogador (Apêndice B). A divisão em quatro níveis de valor significa o peso ecológico diferenciado de recursos nativos da Caatinga, representado por frutos carnosos e um pequeno roedor que fazem parte da nutrição animal: *Cereus jamacaru* - mandacaru; *Spondias bahiensis* P. - umbu, *Anacardium occidentale* - caju, *Dasyprocta spp.* - cutia. O valor das cestas começa com uma mandacaru como valor mais baixo e aumenta de acordo com a riqueza da cesta.

O jogo possui casas que dão dinâmica ao jogo: o jogador retira a carta do topo do baralho. Cartas de Sorte concedem bônus em CB ou PI; cartas de Revés aplicam penalidades. Espécies nativas identificadas corretamente conferem pontos adicionais ao jogador.

O baralho de Ação contém eventos ecológicos e socioambientais que simulam situações de gestão de UCs no Ceará de acordo com os planos de manejo disponíveis pela SEMA (Apêndice C). As cartas estão organizadas em quatro categorias visuais:

Cartas Verdes: Gestão Participativa: eventos relacionados ao Conselho Gestor (Brasil, 2000), ao Índice de Qualidade do Meio Ambiente - IQM (Ceará, 2008), às matas ciliares (Embrapa, [s.d.]) e ao ecoturismo.

Cartas Azuis: Eventos Hídricos: reflorestamento, recuperação de nascentes, lançamento de efluentes e assoreamento (Caatinga, 2019).

Cartas Laranja: Incêndios Florestais: queimadas ilegais, brigadas de combate e aceiros preventivos.

Cartas de Espécies: Flora e Fauna: espécies nativas recomendadas para reflorestamento (SEMA, 2021) ou ameaçadas de extinção (SEMA, 2025).

Baseadas em autos de infração reais emitidos pela SEMACE durante o período de 2019 a 2024, estas cartas apresentam infrações documentadas em UCs do Ceará (Apêndice D). Ao ser fiscalizado, o jogador lê o auto em voz alta, favorecendo o debate sobre legislação ambiental.

O tabuleiro contém 31 casas de UCs estaduais reais do Ceará, registradas no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação da SEMA, classificadas pelo SNUC (BRASIL, 2000) em dois regimes de proteção:

- UCs de Uso Sustentável
 - Áreas de Proteção Ambiental – APAs: APA da Bica do Ipu, APA da Lagoa de Jijoca, APA da Lagoa do Uruaú, APA da Serra de Aratanha, APA da Serra de Baturité, APA das Dunas da Lagoinha, APA das Dunas de Paracuru, APA do Estuário do Rio Curu, APA do Estuário do Rio Ceará, APA do Estuário do Rio Mundaú, APA do Pecém, APA do Lagamar do Cauípe, APA do Rio Pacoti.
 - Áreas de Relevante Interesse Ecológico — ARIE: ARIE das Águas Emendadas dos Inhamuns, ARIE do Sítio Curió, ARIE do Cambeba, ARIE Fazenda Raposa.
 - Corredor Ecológico: Corredor Ecológico do Rio Pacoti.
- UCs de Proteção Integral:
 - Refúgio de Vida Silvestre – REVIS: REVIS Periquito Cara-Suja.
 - Estação Ecológica: Estação Ecológica do Pecém.
 - Monumentos Naturais: Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá, Monumento Natural das Falésias de Beberibe, Monumento Natural Sítio Riacho do Meio.
 - Parques Estaduais: Parque Estadual do Cânion Cearense do Rio Poti, Parque Estadual Botânico do Ceará, Parque Estadual das Carnaúbas, Parque Estadual do Cocó, Parque Estadual Sítio Fundão, Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, Parque Estadual do Pico Alto.

O sistema de pontuação do jogo escolhido foi denominado de Índice de Integridade Ecológica - IIE, calculado pela somatória de todos os Pontos de Integração (PI) acumulados

durante a partida. Os Pontos de Integração não podem ser convertidos em CB nem vice-versa. CB representa o capital ecológico disponível para ações; PI representa o progresso na construção de um território resiliente (Apêndice E).

Relato da Regência em sala

A turma selecionada teve suas quatro horas-aula semanais distribuídas em dois dias: duas horas às quintas-feiras, nos dois primeiros horários, e duas horas às sextas-feiras, no segundo e no quarto horário. Essa fragmentação gerou uma diluição do tempo pedagógico que, a depender da atividade, tanto favoreceu quanto dificultou a integração do conteúdo em sala. Desde o início da regência, os estudantes demonstraram receptividade e contribuíram ativamente com seus questionamentos e pontos de vista.

Nas quintas-feiras, as atividades transcorreram conforme previsto no plano de aula: a atividade diagnóstica foi aplicada na primeira regência e, nas seguintes, o embasamento teórico foi trabalhado por meio de aulas expositivas dialogadas. Nas sextas-feiras, porém, o contexto era distinto — após o segundo horário havia o intervalo escolar, e também, a disciplina seguinte ao quarto horário era Educação Física. Esses fatores contribuíram para um nível elevado de agitação entre os participantes e influenciaram diretamente na execução do jogo, aplicado na última regência de sexta-feira. Para esse dia, durante o segundo horário, o material e as regras foram apresentados e a turma foi dividida em grupos. Já no quarto horário, a turma, originalmente composta por 45 alunos, encontrava-se reduzida à metade. Os estudantes presentes foram organizados em quatro grupos de sete integrantes e deram início às partidas. Desde os primeiros momentos, surgiram dúvidas recorrentes e observou-se resistência à leitura do manual de regras pela maioria dos grupos, mas o diálogo entre regente/pesquisador se mostrou eficaz para esclarecer o necessário.

Ao longo do jogo, um grupo declarou desistência à dinâmica e outro postergou o início da partida até o encerramento da aula, de modo que o número efetivo de participantes reduziu-se a aproximadamente um quarto da turma inicial. Ao fim da regência, realizou-se um momento de reflexão coletiva sobre os conteúdos trabalhados ao longo da SEA, seguido da aplicação do questionário final.

Análise Textual Discursiva para a atividade diagnóstica

As perguntas foram elaboradas para se extrair os conceitos prévios dos estudantes

sobre diversidade de ecossistemas e diversidade biológica de acordo com Ab'Saber (2007).

As perguntas subjetivas aproveitadas para o diagnóstico, foram:

- Qual o bioma predominante no nosso Estado?
- Usando o sertão como base, quais outros ambientes você conhece no Ceará?
- O que vem à sua mente quando você ouve a expressão “diversidade biológica” ?
- Seres vivos diferentes são importantes para o planeta? Justifique.

Unitarização e categorização

Para facilitar a compreensão, as questões foram intituladas em ordem, de 1 a 4= Q1, Q2, Q3, Q4. Ao todo, foram recebidas 29 respostas dos estudantes ao diagnóstico, das quais foram retiradas, de cada uma, as Unidades Empíricas (UE). Para essa seção, as UE que se repetiam foram agrupadas, como mostra o Quadro 4:

Quadro 4. Unitarização e categorização das respostas dos estudantes.

QUESTÕES	UNIDADES EMPÍRICAS	CATEGORIZAÇÃO
Q1	“Caatinga”	Domínio morfoclimático
Q2	"Serras" "Praias" "dunas" "Manguezais" "Pantanal" “cerrado” “manguezais” "Mata-atlântica” “Caatinga” "tundra."	Ambientes de Altitude Ambientes Costeiros Ambientes incompatíveis com a região.
Q3	"Diferença nas espécies comparado com outros lugares" "A existência de criaturas e biomas"	Varia entre ambientes e biomas. Varia entre seres vivos.

	diferentes" "Diversos seres vivos e uma vasta quantidade de árvores e plantas" "animais, biomas" "Animais e microrganismos" "Estudo sobre animais e a natureza"	Comparação de riqueza entre biomas.
Q4	"Não, porque acho que não são tão importantes." "Sim, todos os seres vivos ajudam no equilíbrio do planeta." "Pois com o tempo todos vão virando comida uns dos outros..." "Pois isso beneficia o meio ambiente." "Pois assim temos diversas culturas e estilos." "Sim. Porque sim."	Argumentação Ecológica de Equilíbrio, interdependência e fluxo de matéria. Argumentação Ambiental de Benefícios genéricos. Confusão entre diversidade biológica e cultural. Visão Negacionista

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro seguinte (Quadro 5) compõe as Unidades Teóricas -UT- para cada questão, que foram identificadas por seu número e o Identificador da Unidade, Ex. UTQX (Unidade teórica + Questão X)

Quadro 5. Unidades teóricas de referência para as questões da atividade diagnóstica.

QUESTÕES	UNIDADES TEÓRICAS
UTQ01	O bioma predominante no Ceará é a Caatinga, que cobre cerca de 90% do território estadual.(Ab'sáber, 2003)
UTQ02	O Ceará apresenta uma grande diversidade de ecossistemas, incluindo as serras úmidas ou brejos de altitude, que são enclaves de Mata Atlântica, manchas de Cerrado, matas secas, matas de carnaúba e ecossistemas litorâneos como dunas, manguezais e restingas (Moro et al., 2015).

UTQ03	A diversidade biológica corresponde à variabilidade de organismos vivos de todas as origens, abrangendo os ecossistemas terrestres, marinhos e aquáticos e os complexos ecológicos que os constituem.(BRASIL, 2000, art. 2º, III)
UTQ04	A variedade de seres vivos é fundamental para a evolução e manutenção dos sistemas necessários à vida na biosfera. A biodiversidade e os complexos ecológicos dos quais os organismos fazem parte garantem o equilíbrio do planeta através dos serviços ecossistêmicos (Roma; Viana, 2023)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comunicação

As concepções alternativas dos estudantes evidenciaram um saber consolidado de que a Caatinga é reconhecida como o bioma predominante do Ceará. Enquanto isso, na dimensão ecológica, observaram-se lacunas conceituais com relação aos ecossistemas e à biodiversidade, sendo o antropocentrismo o eixo mais recorrente.

No que diz respeito ao domínio (Q1), a Caatinga é amplamente reconhecida como o bioma predominante do Ceará, o que reflete uma forte identidade regional consolidada. Esse reconhecimento, contudo, não se estende com a mesma solidez aos ecossistemas (Q2): embora alguns estudantes corretamente associaram ambientes de altitude como serras e brejos, além de ambientes costeiros de dunas, manguezais e praias à paisagem cearense, observou-se também a citação de biomas geograficamente incompatíveis com a realidade do estado, como o Pantanal e a tundra. A presença de respostas fora desse eixo de coerência regional, evidencia um obstáculo epistemológico que desconecta o estudante do território, sugerindo que o ensino de biomas brasileiros nem sempre dialoga com a vivência territorial em que está inserido .

Para analisar a compreensão dos estudantes sobre diversidade biológica (Q3), usou-se o conceito que corresponde à variabilidade de organismos vivos de todas as origens, abrangendo os ecossistemas terrestres, marinhos e aquáticos e os complexos ecológicos que os constituem (BRASIL, 2000, art. 2º, III). Essa definição ajuda a olhar com mais cuidado para o que os estudantes responderam. As respostas ao diagnóstico "diferença nas espécies

comparada com outros lugares", "a existência de criaturas e biomas diferentes" e "diversos seres vivos e uma vasta quantidade de árvores e plantas" — mostram que os estudantes conseguem reconhecer bem a variedade de organismos e de ambientes, aproximando-se da primeira parte da definição legal. O que fica de fora, porém, é a ideia de que essa variedade não existe isoladamente, mas faz parte de "complexos ecológicos", ou seja, de relações e conexões entre os seres vivos e seu ambiente. Nenhuma das respostas avança para essa definição mais interligada do conceito, ficando restrita à constatação de que existem espécies e biomas diferentes, mas sem explicar como eles se relacionam entre si.

As categorias criadas a partir dessas respostas, variam entre ambientes e biomas, entre seres vivos e comparação de riqueza entre biomas, são coerentes com o que os estudantes disseram, mas ainda ficam em um nível mais descritivo, de simplesmente listar ou comparar diferenças. Isso indica que os estudantes já têm uma boa noção da variedade de seres vivos e ambientes, mas ainda não conseguiram articular essa variedade como parte de um sistema ecológico interligado.

Essa lacuna se confirma e se amplia na análise da Q4, na qual os estudantes foram convidados a justificar a importância da diversidade de seres vivos. Identificaram-se quatro categorias distintas e mutuamente excludentes entre si: a argumentação ambiental genérica, de cunho retórico, explícita em "beneficia o meio ambiente"; a confusão conceitual entre diversidade biológica e diversidade cultural; e, por fim, o posicionamento negacionista, que nega explicitamente a importância da diversidade de seres vivos. A coexistência dessas quatro categorias de respostas dentro de uma mesma turma reforça a tese central desta análise: o conhecimento dos estudantes sobre biodiversidade não é homogêneo, oscilando entre aproximações intuitivas corretas e distanciamentos conceituais significativos, sendo o viés antropocêntrico o fio condutor que articula a maioria das respostas, mesmo as que reconhecem a importância da conservação.

Análise textual discursiva para o questionário final

Concluída a aplicação da Sequência de Ensino-Aprendizagem, aplicou-se um questionário final com o objetivo de identificar os efeitos da intervenção pedagógica sobre as percepções dos estudantes a respeito dos dilemas de conservação da biodiversidade no Ceará, em diálogo direto com os elementos mobilizados pela dinâmica do jogo.

As perguntas do questionário final foram elaboradas para investigar a apropriação, pelos estudantes, dos conceitos e relações trabalhados durante a partida, articulando a

experiência lúdica vivenciada às dimensões ecológicas, normativas e socioeconômicas da conservação ambiental. Foram formuladas seis questões subjetivas, cada uma voltada a um eixo específico da intervenção:

- Q1 - Ao observar no tabuleiro as diferentes áreas representadas no jogo e os seus valores, o que lhe chamou mais atenção? Como você interpretou essas diferenças entre as áreas?
- Q2 - Durante a partida, algumas cartas de Fiscalização Ambiental e cartas de ação foram apresentadas. O que essas cartas fizeram você pensar sobre as relações entre as atividades humanas e o meio ambiente?
- Q3 - Algumas cartas do jogo representam espécies nativas e exóticas presentes nas Unidades de Conservação do estado. Como você compreendeu o papel dessas espécies durante o jogo?
- Q4 - O jogo inclui mecanismos de ganho e perda de Cestas de Biodiversidade (CB) ao longo das rodadas. O que essa dinâmica representou para você?
- Q5 - O que significa conservar a biodiversidade para você após participar das atividades e do jogo?
- Q6 - Na sua opinião, o que deve ser considerado antes da implantação de um empreendimento ou atividade econômica em uma área natural?

Unitarização e categorização

Ao todo, foram recebidas seis respostas, dentre os participantes da regência final, das quais foram extraídas as Unidades Empíricas (UE) correspondentes a cada questão, seguindo o mesmo procedimento de unitarização e categorização indutiva empregado na análise diagnóstica (Moraes, 2003). O Quadro 6 apresenta a organização dessas Unidades Empíricas e suas respectivas categorias.

Quadro 6. Unitarização e categorização das respostas dos estudantes no questionário final.

QUESTÕES	UNIDADES EMPÍRICAS	CATEGORIZAÇÃO
----------	--------------------	---------------

Q01	UE01 “Zonas preservadas e áreas de maior pressão humana revelam que o valor de um território está ligado ao equilíbrio ecológico e à sustentabilidade a longo prazo, e não apenas ao retorno financeiro” UE02 Mesmo ações simples de conservação passam a exigir regras, restrições e consequências. UE03 Surpresa ao descobrir a quantidade de áreas protegidas. UE04 Destaque para o caráter lúdico-pedagógico do jogo e para a diferenciação das casas por cores, que evidencia os princípios e a importância/riqueza de cada área. UE05 Representa sua importância econômica e ambiental distinta, evidenciando que cada região tem recursos e impactos próprios para a sociedade e o meio ambiente.	Valor ecológico-territorial Valor normativo da gestão ambiental Percepção lúdico-visual das diferenças entre áreas Distinção socioeconômica e ambiental entre territórios
Q02	UE01 “Atividades humanas não reguladas geram danos ambientais profundos e por vezes irreversíveis; fiscalização e regras claras são indispensáveis para evitar que a exploração individual esgote os recursos coletivos” UE02 Infrações aparentemente pequenas têm relevância porque o critério principal não é a gravidade jurídica, e sim o efeito real causado ao meio ambiente. UE03 É preocupante saber o quanto é necessário proteger ainda. UE04 O impacto das relações antrópicas. UE05 As atividades humanas geram tanto benefícios econômicos quanto impactos ambientais; fiscalização e ações sustentáveis são necessárias para equilibrar desenvolvimento e preservação.	Necessidade de fiscalização e regulação ambiental Reconhecimento do impacto antrópico
Q03	UE01As cartas traduzem o impacto direto de cada espécie no equilíbrio ecológico;	Papel ecológico diferenciado de espécies nativas e

	as nativas representam a biodiversidade original a ser protegida e restaurada para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, enquanto as exóticas funcionam como elemento que evidencia a competição por recursos, a ameaça às espécies locais e a necessidade de manejo . UE02 As espécies aparecem associadas a riscos como atividade industrial, uso de substâncias e descumprimento de protocolos obrigatórios de posse. UE03 Espécies nativas são importantes e necessitam de proteção. UE04 Não conseguiu ver as cartas. UE05 Espécies nativas sustentam o equilíbrio dos ecossistemas e a biodiversidade, enquanto espécies exóticas, quando se espalham sem controle, podem gerar impactos negativos.	exóticas Associação entre espécies e infrações/riscos normativos Limitação de participação na dinâmica
Q04	UE01 O ganho de cestas simboliza o êxito de ações conservacionistas, e a perda evidencia a vulnerabilidade da biodiversidade a pressões externas. UE02 A dinâmica de ganho e perda reforça que agir corretamente gera recompensa, enquanto burlar protocolos ou deixar de cumprir obrigações gera penalidade. UE03 A dinâmica é interpretada como metáfora do capitalismo e do modo como a sociedade lida com seus recursos. UE04 Como a economia está ligada ao meio ambiente. UE05 Evidenciou como ações humanas e ambientais influenciam diretamente a biodiversidade, e o ganho de cestas tornou visível os benefícios da conservação, e perdê-las, as consequências da degradação ambiental e da falta de proteção dos recursos naturais.	Conservação como processo contínuo e estratégico Relação entre conduta e consequência Leitura socioeconômica/crítica da dinâmica ambiental Visibilidade dos efeitos das ações humanas sobre a biodiversidade

Q05	UE01 Conservar biodiversidade ultrapassa a proteção de espécies isoladas: significa manter o equilíbrio ambiental, os ciclos naturais e os ecossistemas interligados dos quais depende a sobrevivência humana presente e futura. UE02 Conservar é controlar o que se emite no ambiente, não matar animais de forma ilegal/predatória e repor o que é desmatado, como prática de equilíbrio e sustentabilidade. UE03 Conservar biodiversidade não se restringe à fauna; inclui igualmente a conservação da flora. UE04 Agir em favor do meio ambiente visando a sua preservação para as gerações futuras. UE05 Conservar biodiversidade é proteger espécies, recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas, garantindo qualidade de vida para gerações presentes e futuras.	Visão sistêmica e ecológica integrada da conservação Práticas concretas de manejo e sustentabilidade Ampliação conceitual para fauna e flora Responsabilidade intergeracional
Q06	UE01 É indispensável realizar estudos de impacto ambiental transparentes, avaliando degradação de habitat, poluição hídrica, fauna/flora, medidas de mitigação, legislação vigente e diálogo com comunidades locais. UE02 Deve-se avaliar o material de construção, equipamentos e o plano de reposição do que for desmatado, além de proteger os habitats naturais. UE03 Verificar a presença de espécies nativas em extinção e se há também a presença de espécies exóticas. UE04 Impactos que a empresa causará. UE 05 É necessário considerar fatores ambientais relevantes	Estudo de impacto ambiental e participação social Planejamento técnico de mitigação e reposição ambiental Levantamento de fauna/flora local (nativas e exóticas) Avaliação genérica de impactos ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já o quadro 7 apresenta as Unidades Teóricas (UT) construídas como parâmetro de comparação para cada eixo temático:

Quadro 7 . Unidades teóricas de referência para as questões do questionário final.

QUESTÕES	UNIDADES TEÓRICAS
UTQ01	O SNUC distingue dois regimes de proteção — Unidades de Uso Sustentável e de Proteção Integral —, atribuindo valores diferenciados de manejo conforme o grau de restrição de uso dos recursos naturais, e não conforme critérios exclusivamente econômicos (BRASIL, 2000).
UTQ02	A fiscalização ambiental, prevista nos instrumentos normativos do SNUC e exercida por órgãos como a SEMACE, constitui mecanismo de controle do Estado sobre o uso dos recursos naturais, respondendo ao princípio de que a degradação ambiental decorre do manejo inadequado e da ausência de regulação das ações antrópicas (BRASIL, 2000).
UTQ03	Espécies nativas compõem a base dos serviços ecossistêmicos e da cadeia alimentar dos biomas de origem, ao passo que espécies exóticas invasoras, quando introduzidas fora de seu habitat natural, competem por recursos e ameaçam a biodiversidade local, exigindo ações de manejo e controle (SEMA, 2021; SEMA, 2024)
UTQ04	A conservação da biodiversidade não é um estado fixo, mas um processo contínuo de gestão que pressupõe ganhos e perdas ao longo do tempo, refletindo a relação dinâmica entre ação humana e integridade ecológica (Roma; Viana, 2023)
UTQ05	Conservar a biodiversidade corresponde a manter a variabilidade de organismos vivos de todas as origens — terrestres, marinhos e aquáticos — e os complexos ecológicos que os constituem, garantindo o equilíbrio do planeta e a continuidade dos serviços ecossistêmicos para gerações presentes e futuras (BRASIL, 2000)
UTQ06	A implantação de empreendimentos em áreas naturais deve ser precedida de estudos técnicos de impacto ambiental, do diálogo com o Conselho Gestor e comunidades locais, e da observância da legislação vigente, sendo a compensação ambiental, sob o princípio do poluidor-pagador, um instrumento corretivo subsidiário e não substitutivo da prevenção (BRASIL, 2000).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comunicação

As respostas dos estudantes ao questionário final revelaram uma aproximação

consistente entre o conhecimento mobilizado pela vivência do jogo e as Unidades Teóricas de referência. No que se refere à percepção das diferenças entre as áreas representadas no tabuleiro (Q1), as respostas dos estudantes aproximaram-se da UTQ01 ao reconhecerem que o valor de um território está ligado ao equilíbrio ecológico e à sustentabilidade, e não apenas ao retorno financeiro, bem como ao perceberem que a diferenciação visual das casas evidencia distinções normativas reais entre regimes de proteção. Observou-se, contudo, que parte das respostas permanece em um nível afetivo da experiência, como a surpresa com a quantidade de áreas protegidas, sem alcançar a compreensão técnica dos regimes de uso sustentável e proteção integral.

Quanto à relação entre fiscalização e atividades antrópicas (Q2), as respostas demonstraram entendimento alinhado à UTQ02, na medida em que os estudantes reconheceram que a ausência de regulação gera danos profundos e por vezes irreversíveis e que a gravidade de uma infração se mede pelo efeito real causado ao ambiente, e não apenas pelo fator jurídico (UE02). Esse resultado indica que a mecânica das Cartas de Fiscalização Ambiental, baseada em autos de infração reais da SEMACE, cumpriu sua função pedagógica de aproximar os estudantes da lógica normativa da gestão ambiental. Na questão sobre espécies nativas e exóticas (Q3), as respostas aproximaram-se fortemente da UTQ03, ao diferenciarem o papel ecológico de cada categoria: as nativas como base dos serviços ecossistêmicos a serem protegidos, e as exóticas como fator de competição e ameaça à biodiversidade local (UE01; UE05). Contudo, permaneceu uma resposta sem aproximação conceitual que expôs uma limitação operacional de tempo da intervenção (UE04).

A dinâmica de ganho e perda de Cestas de Biodiversidade (Q4) foi compreendida pelos estudantes em consonância com a UTQ04, como representação de um processo contínuo e estratégico, e não como um estado fixo de conservação. Nesta questão, surge uma categoria paralela que foge do conteúdo ecológico para a área socioeconômica, ao interpretar a dinâmica como metáfora do capitalismo e do modo como a sociedade lida com seus recursos (UE03; UE04). No que diz respeito à definição de conservação da biodiversidade após a intervenção (Q5), as respostas aproximaram-se da UTQ05, pois superaram a constatação isolada da existência de espécies diferentes e passaram a pensar na ideia de equilíbrio entre a diversidade de seres vivos e a sobrevivência humana presente e futura (UE01; UE05). Por fim, quanto aos fatores a considerar antes da implantação de empreendimentos em áreas naturais (Q6), as respostas aproximaram-se parcialmente da UTQ06 ao mencionarem a necessidade de estudos de impacto ambiental, medidas de mitigação, legislação vigente e diálogo com comunidades locais (UE01). Ainda assim, parte

das respostas manteve-se em um nível genérico, limitando-se a afirmar a necessidade de considerar impactos sem especificar os instrumentos técnicos e normativos (UE04; UE05). De modo geral, a comparação entre Unidades Empíricas e Unidades Teóricas do questionário final indica que a ferramenta didática favoreceu a aproximação dos estudantes a uma compreensão mais sistêmica e normativa da conservação da biodiversidade.

A etapa de avaliação da Design-Based Research, segundo Nobre (2021), propõe-se a responder três questões fundamentais sobre os efeitos de uma intervenção pedagógica: que mudanças foram observadas nos estudantes; que efeitos essas mudanças produziram; e o que se aprendeu sobre o processo de ensino-aprendizagem a partir da ferramenta didática desenvolvida.

Qual progressão na aprendizagem foi observada nos estudantes?

A comparação entre a atividade e o questionário evidenciou um deslocamento consistente na forma como os estudantes passaram a conceber a biodiversidade e sua conservação. No diagnóstico, a compreensão dos estudantes limitou-se, em sua maioria, à constatação de que existem espécies e biomas diferentes, sem alcançar a noção de complexos ecológicos interligados prevista na definição legal. Além do mais, revelou-se a coexistência de uma confusão entre diversidade biológica e cultural e um posicionamento que se distanciava da importância da diversidade de seres vivos. Já no questionário final, esse quadro se altera, os estudantes passaram a articular noções de equilíbrio, ciclos naturais entre ecossistemas e a dependência da sobrevivência humana presente e futura, superando parcialmente a fragmentação observada anteriormente. Os estudantes também demonstraram ter incorporado a lógica normativa da fiscalização ambiental, reconhecendo que a gravidade de uma infração se define pelo efeito real causado ao ambiente, e não pela severidade jurídica abstrata.

Para as questões de biodiversidade, observou-se a diferenciação correta entre ecossistemas e entre o papel ecológico de espécies nativas e exóticas. Observou-se, portanto, que a mudança observada, tratou-se de uma mudança estrutural: a forma como os conceitos de biodiversidade e conservação se organizaram cognitivamente passou de um modelo fragmentado para um modelo relacional.

Que efeitos essas mudanças produziram?

Os efeitos dessas mudanças conceituais manifestaram-se de formas distintas, algumas previstas pelo desenho da intervenção e outras surgiram da própria dinâmica do jogo. Como efeito direto, observou-se a capacidade dos estudantes de mobilizar, em situações concretas, os conceitos normativos e ecológicos trabalhados, como, por exemplo, na questão de implementação em empreendimentos em áreas naturais, os estudantes passaram a mencionar elementos como estudos de impacto ambiental, medidas de mitigação e diálogo com comunidades locais como condições prévias. Essa resposta dialoga diretamente com os mecanismos de Fiscalização e Compensação Ambiental presentes no jogo.

Como efeito não previsto, mas relevante na perspectiva didática, destacou-se o surgimento de leituras que extrapolaram o conteúdo ecológico estrito e mobilizam categorias socioeconômicas mais amplas. Os estudantes chegaram a interpretar a dinâmica de ganho e perda de Cestas de Biodiversidade como metáfora do capitalismo e do modo como a sociedade lida com seus recursos. Esse efeito não estava relacionado aos objetivos específicos da pesquisa, tampouco havia sido antecipado na Unidade Teórica formulada para essa questão e mesmo assim, evidenciou que o artefato pedagógico produziu um efeito de protagonismo crítico que extrapola o conteúdo biológico planejado, aproximando-se do potencial da ludicidade para estimular raciocínio e tomada de posição entre estudantes do Ensino Médio (Sousa, 2022).

Enquanto alguns estudantes avançaram para formulações bem elaboradas, outros mantiveram, mesmo no questionário final, respostas genéricas e pouco específicas, como na Q6, em que parte dos estudantes limitou-se a afirmar a necessidade de "considerar fatores ambientais relevantes", sem especificar instrumentos técnicos ou normativos. Esse achado sugere que os efeitos da intervenção não foram uniformes entre os participantes, e que a redução do número efetivo de estudantes ao longo da regência pode ter concentrado os resultados mais elaborados em um grupo já previamente mais engajado.

O que se aprendeu sobre o processo de ensino-aprendizagem a partir da ferramenta didática desenvolvida?

Em primeiro lugar, aprendeu-se que ferramentas lúdicas fundamentadas em dados ecológicos e normativos locais, neste caso, as espécies da Caatinga e as Unidades de Conservação estaduais do Ceará favorecem a superação do predomínio da fauna exótica sobre a biodiversidade local na percepção dos estudantes. Em segundo lugar, e talvez o aprendido

mais importante sob a perspectiva metodológica da DBR, constatou-se que o sucesso de uma ferramenta didática bem concebida não é suficiente, por si só, para garantir resultados homogêneos de aprendizagem. As condições estruturais de aplicação, como tempo pedagógico disponível, organização da grade horária, estabilidade da turma, atuam como variáveis tão determinantes quanto o próprio design do artefato.

O aprendizado obtido com esta pesquisa reforçou que o caráter intervencionista e iterativo da DBR evidenciou que jogos didáticos bem fundamentados podem produzir efeitos formativos que extrapolam os objetivos originalmente planejados, mas deve ser previsto um novo ciclo de ajuste, voltado especificamente à adequação do tempo pedagógico e ao desenho de estratégias de mediação que sustentem o engajamento dos estudantes (Kneubil; Pietrocola, 2017), mesmo sob condições escolares adversas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem estruturada a partir de um jogo de tabuleiro como recurso didático para o ensino da conservação da biodiversidade no Estado do Ceará, por meio da abordagem da Pesquisa Baseada em Design. Ao longo do percurso do mapeamento bibliográfico à concepção do artefato e da validação à aplicação em turma de Ensino Médio, esse objetivo foi alcançado em sua totalidade estrutural. Contudo, houve limitações que precisaram ser reconhecidas com clareza. O número reduzido de respondentes ao questionário final de seis estudantes, resultado de uma evasão progressiva ao longo das regências, atuou como variável institucional que comprometeu a amplitude das conclusões e impediu a generalização dos resultados, limitando a intervenção pedagógica a um alcance parcial de sucesso da SEA.

Por fim, cabe uma reflexão sobre o que este trabalho representou para a formação docente do pesquisador. A abordagem da DBR não oferece ao professor um conjunto de respostas prontas, mas uma postura investigativa que reconhece a sala de aula como espaço legítimo de produção de conhecimento. Ao atuar simultaneamente como professor e pesquisador, foi possível perceber que planejar uma boa ferramenta didática é apenas uma parte do trabalho e a outra parte, igualmente exigente, é aprender a ler o contexto em que ela se insere para se ajustar à intervenção, sem perder de vista os objetivos de aprendizagem. Esse aprendizado não está descrito em nenhum plano de aula, mas é, talvez, a contribuição mais

duradoura que esta pesquisa deixa para a prática pedagógica de quem a realizou.

CEARÁ, Secretaria Do Meio Ambiente E Mudança Do Clima Do Ceará. Cadastro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC) — Pannel e downloads de decretos e polígonos.

Fortaleza: SEMA, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.sema.ce.gov.br/cadastro-estadual-de-unidade-de-conservacao-ceuc/>. Acesso em: jun. 2026.

CEARÁ, Secretaria Do Meio Ambiente E Mudança Do Clima Do Ceará. Instrução Normativa n.º 05, de 12 de agosto de 2021. Lista de Espécies Nativas recomendadas para ações de florestamento e reflorestamento no Estado do Ceará. Fortaleza: SEMA/CE, 2021. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/09/Instrucao-Normativa-no-05-de-12-de-agosto-de-2021-Lista-de-Especies-Nativas-recomendadas-para-acoes-de-florestamento-e-reflorestamento-no-Estado-do-Ceara.pdf>>. Acesso em: jun. 2026.

CEARÁ, Secretaria Do Meio Ambiente E Mudança Do Clima Do Ceará. Instrução Normativa n.º 05, de 12 de agosto de 2021. Lista de Espécies Nativas recomendadas para ações de florestamento e reflorestamento no Estado do Ceará. Fortaleza: SEMA, 2021. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/09/Instrucao-Normativa-no-05-de-12-de-agosto-de-2021-Lista-de-Especies-Nativas-recomendadas-para-acoes-de-florestamento-e-reflorestamento-no-Estado-do-Ceara.pdf>>. Acesso em: jun. 2026.

CEARÁ, Secretaria Do Meio Ambiente E Mudança Do Clima Do Ceará. Livro Vermelho do Ceará. v. 1 — Mamíferos; v. 2 — Répteis e Anfíbios; v. 3 — Aves. Fortaleza: SEMA, 2025. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br>>. Acesso em: jun. 2026.

CEARÁ, Secretaria Do Meio Ambiente E Mudança Do Clima Do Ceará. Portaria n.º 48, de 2024. Dispõe sobre a Lista Oficial de Espécies Vegetais Exóticas Invasoras para o Estado do Ceará. Fortaleza: SEMA, 2024. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/07/PORTARIA-48-2024-DISPOE-SOBRE-A-LISTA-OFICIAL-DE-ESPECIES-VEGETAIS-EXOTICAS-INVASORAS-PARA-O-ESTADO-DO-CEARA.pdf>>. Acesso em: jun. 2026.

CEARÁ. Decreto n.º 29.306, de 5 de junho de 2008. Institui o Índice Municipal de Qualidade do Meio Ambiente (IQM) no Estado do Ceará. Fortaleza: SEMA, 2008. Alterado pelo Decreto n.º 35.051/2022.

CEARÁ. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. Documento Curricular Referencial do Ceará: educação infantil e ensino fundamental. Fortaleza: SEDUC, 2019. Acessado em 06 de Abril de 2026. Disponível em: <<https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2019/07/DCR-Vers%C3%A3o-Provisoria-de-Lan%C3%A7amento.pdf>>. Acesso em: Junho de 2026

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Autos de Infração Ambiental das Unidades de Conservação do Estado do Ceará. Fortaleza: SEMACE, 2019–2024.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Corredor Ecológico do Rio Pacoti. Fortaleza: SEMACE, 8 dez. 2010. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/08/corredor-ecologico-do-rio-pacoti/>. Acesso em: jun. 2026.

DEUNER, Julio Konrath. O SNUC, a produção do conhecimento e ação relativas ao uso público e Educação Ambiental no Brasil (2014-2020)? *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 247–270, 2022. DOI: 10.34024/revbea.2022.v17.11989. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11989>>. Acesso em: 27 jun. 2026.

DUARTE, Cássia Maciel; DA ROSA, Russel Teresinha Dutra; MARTINS, Márcio Borges. Conhecimento de estudantes do terceiro ano do ensino médio sobre biodiversidade e extinção de animais. *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, v. 35, 2022. DOI: 10.22456/2595-4377.118944. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/CadernosdoAplicacao/article/view/118944>. Acesso em: 27 jun. 2026.

EMBRAPA. A importância das matas ciliares. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, [s.d.]. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/a-importancia-das-matas-ciliares/1355746. Acesso em: jun. 2026.

FELIX, Cristiane et al. Concepção de biodiversidade e a prática da educação ambiental entre professores em uma escola pública do Ensino Fundamental II do Município de Palmares – PE. IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2023. Campina Grande. Realize Editora, 2023.

FERREIRA, M. H., PIRES DA ROCHA, K., JUGLAIR XAVIER, J. F., MELA PRODOCIMO, M., & RIOS, F. S. A. (2026). JOGOS PARA O ENSINO SOBRE A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA NO CONTEXTO DO RIO IGUAÇU: GAMES FOR TEACHING ABOUT THE BIODIVERSITY OF THE ATLANTIC FOREST IN THE CONTEXT OF THE IGUAÇU RIVER. *Revista De Educação, Ciências E Matemática*, 15(1). Recuperado de <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/9472> .

FIGUEIREDO, Francisco Arthur Victor Silva. Sequência didática para o ensino da biodiversidade e sua importância no cotidiano. 2022. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68573>. Acesso em: 28 jun. 2026.

GONÇALVES, Paula Silva. Escolas e unidades de conservação: aproximações e desafios em Itapuã. In: XXXI SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 31., 2019, Porto Alegre, Rs. Anais do evento. Porto Alegre, Rs: Lume, 2019. p. 1-2.

KNEUBIL, F. B., & PIETROCOLA, M. (2017). A PESQUISA BASEADA EM DESIGN: VISÃO GERAL E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 22(2), 01-16. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>

LOPES, Adriana Antunes, SURUAGY, Mariana Vieira Turnell. PEREIRA, Vinicius Valim. TEIXEIRA, Simone Ferreira. CERQUEIRA, Homero de Giorge. PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa. SANTOS, Reinaldo Pacheco dos. DORNELAS, Charlys Seixas Maia. CRACO, Tânia. SILVA, Emerson Pereira da. ALVES, Rozival Batista. MARINHO, Marcelo da Silva. NETO, Luiz Martins Pereira. PEDRO, Alessandro Medeiros. ECOLOGIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE: OS IMPACTOS DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NOS ECOSISTEMAS. *Revista DCS*, 22(81), e3356. <https://doi.org/10.54899/dcs.v22i81.3356>

MACEDO, Lino; PETTY, Ana Lucia S.; PASSOS, Norimar C. Aprender com jogos e situações-problema. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p. Disponível em: https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/300164/mod_resource/content/1/MC2019%20Marconi%20Lakatos-met%20cient.pdf. Acesso em: 28 jun. 2026.

MARSH, George Perkins. Man and nature; or, Physical geography as modified by human action. Londres, UK: Son And Marston, 1864. 560 p. Disponível em: [archiveorg mannatureorphysi00mars_0 width=560 height=384 frameborder=0 webkitallowfullscreen=true mozallowfullscreen=true]. Acesso em: jun. 2026.

MARTINS, Giselle Alves; BRANDO, Fernanda da Rocha. Educação Ambiental para a Conservação da Biodiversidade: uma atividade didática de tomada de decisões. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 61–80, 2023. DOI: [10.34024/revbea.2023.v18.14719](https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14719). Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/14719>. Acesso em: jun. 2026.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação (Bauru)*, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132003000200004>.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação (Bauru)*, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 117-128, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132006000100009>.

MORO, Marcelo Freire; MACEDO, Mariana Bezerra; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; CASTRO, Antônio Sérgio Farias; COSTA, Rafael Carvalho da. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguésia*, [S.L.], v. 66, n. 3, p. 717-743, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566305>. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rod/a/dq6rXHrrW9prk9vGXzgdYv/?format=pdf&lang=pt>> . Acesso em: 29 jun. 2026.

NOBRE, Ana; MARTIN-FERNANDES, Isabelle. Abrir caminhos para a investigação em educação: design-based research. *Práxis Educacional, Vitória da Conquista*, v. 17, n. 48, p. 234–245, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/praxis/article/view/8821>

NUNES, Marcela Martins; LEHN, Carlos Rodrigo. Educação Ambiental e preservação da biodiversidade: relato de um estudo de caso em distintas realidades escolares. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 498–511, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13415>>. Acesso em: 18 jun. 2026.

OBANDO, Ilma Marques. Transversalidade da Educação Ambiental nas Escolas. *Revista Científica FESA*, [S. l.], v. 3, n. 14, p. 47–59, 2024. DOI: 10.56069/2676-0428.2024.380. Disponível em: <https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/380>. Acesso em: 13 jul. 2026.

PEREIRA, Walmir; RIBEIRO, Felipe; RAMOS, Nycoly. OS JOGOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL, UM FOCO NA BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA. *Educação e Metaverso: relatos de experiências pedagógicas*, [S.L.], p. 112-144, 2023. Editora Científica Digital. <http://dx.doi.org/10.37885/230312514>.

ROMA, Júlio César; VIANA, João Paulo. Biodiversidade e serviços ecossistêmicos: temas indissociáveis e estratégicos para o desenvolvimento econômico, socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável do Brasil. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Brasília*, n. 30, p. 63-72, jul./dez. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/brua30art5>

ROSA, Ricardo S. et al. DIVERSIDADE, PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS PEIXES DA CAATINGA. In: LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da (ed.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da Ufpe, 2003. p. 135-180. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234138122_Diversidade_padroes_de_distribuicao_e_conservacao_dos_peixes_da_Caatinga. Acesso em: 28 jun. 2026.

SANTOS, Laurelise Alves Nunes dos; MULLER, Maykon Gonçalves; MENDES, Alex Antunes. O ensino de biomas no contexto da educação básica brasileira: uma revisão da literatura a partir da Análise Textual Discursiva. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 1–23, 2025. DOI: 10.63595/ambeduc.v29i2.16731. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/16731>. Acesso em: 13 jul. 2026.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental: possibilidades e limitações. Educação e Pesquisa, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 317-322, ago. 2005. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022005000200012>. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200012>. Acesso em: 28 jun. 2026.

SCHWARZ, Maria Luiza; SEVEGNANI, Lúcia; ANDRÉ, Pierre. Representações da Mata Atlântica e de sua biodiversidade por meio dos desenhos infantis. Ciência & Educação (Bauru), [S.L.], v. 13, n. 3, p. 369-388, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132007000300007>. Disponível
 em:<<https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300007>>. Acesso em: 28 jun. 2026.

SILVA, Arthur Rezende da; MARCELINO, Valéria de Souza (org.). Análise Textual Discursiva (ATD): Teoria na prática. Campos dos Goytacazes, RJ: Encontrografia, 2022. Disponível em:
 <https://encontrografia.com/wp-content/uploads/2022/07/ebook_Analise-textual-discursiva.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2026.

SILVA, Josilene Pereira; ALMEIDA DA HORA, Paulo Henrique; DOS SANTOS, Marcela Silva. Uso de Sequência Didática no Ensino de Ciências: Aplicação de metodologias ativas como simplificador de aprendizagem com ênfase no ensino da química. Revista Insignare Scientia - RIS, Brasil, v. 8, n. 1, p. e14580, 2025. Disponível em:
 <<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/14580>>. Acesso em: 8 abr. 2026.

SILVA, Silvana do Nascimento; LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. O sequestro da Educação Ambiental na BNCC (Educação Infantil - Ensino Fundamental): os temas Sustentabilidade/Sustentável a partir da Agenda 2030. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal, RN. XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Natal, RN: [S.e.], 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0724-1.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2026.

SOARES, A. K. de A. (2025). Revisões da Literatura: Diferenças, Métodos e Aplicações. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, 7(11), 982–1005.
<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n11p982-1005>

SOUSA, Antonio Carleones Oliveira. Gamificação no ensino de biologia: o RPG (Role-Playing Game) como proposta de mediação da aprendizagem no Ensino Médio. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

UNESP (São Paulo). O que é a Brigada de Incêndio? Disponível em:
<https://www.ourinhos.unesp.br/#!/sobre-o-campus/brigada-de-incendio/>. Acesso em: 28 jun. 2026.

GLOSSÁRIO

Aceiros Preventivos: faixas de terreno sem vegetação construídas ao redor de áreas florestais para impedir a propagação de incêndios, especialmente no período de seca do semiárido.

Assoreamento: processo de degradação ambiental causado pelo acúmulo de sedimentos, detritos e matéria orgânica no fundo dos rios, geralmente associado ao desmatamento de matas ciliares.

Brigada de Incêndio: grupo operacional treinado e equipado para combate a incêndios florestais, essencial na prevenção de queimadas em períodos de seca.

Cesta de Biodiversidade (CB): unidade de medida do capital ecológico no jogo, representando frutas nativas e presas da Caatinga — base da cadeia alimentar do ecossistema semiárido.

Conselho Gestor: instrumento de gestão participativa das UCs, presidido pelo órgão responsável e composto por representantes de órgãos públicos, sociedade civil e moradores residentes (arts. 29 e 15, § 5.º, do SNUC).

Corredor Ecológico: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que ligam UCs, possibilitando o fluxo de genes e o movimento da biota.

Espécie Exótica Invasora: espécie introduzida fora de seu habitat natural que causa danos à biodiversidade local.

Espécie Nativa: espécie naturalmente presente no ecossistema, indicada para ações de florestamento e reflorestamento no Ceará.

Índice Municipal de Qualidade do Meio Ambiente (IQM): mecanismo de repasse de até 2% do ICMS aos municípios que comprovem metas ambientais anuais junto à SEMA, instituído pelo Decreto Estadual n.º 29.306/2008, alterado pelo Decreto n.º 35.051/2022.

Matas Ciliares: vegetação ao redor de corpos d'água que protege os mananciais de erosão, poluição física e química.

Plano de Manejo: documento técnico que estabelece o zoneamento e as normas de uso da área e manejo dos recursos naturais da UC, com prazo de elaboração de 5 anos a partir da criação.

Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): Lei Federal n.º 9.985/2000 que estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das UCs no Brasil

Unidade de Conservação (UC): espaço territorial legalmente instituído pelo poder público com características naturais relevantes, destinado à conservação da natureza.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TABULEIRO “ZELAR!”



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B - CESTAS DE BIODIVERSIDADE

Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C - CARTAS DE AÇÃO

SORTE



Projeto de reflorestamento das **matas ciliares** ao redor do principal corpo Hídrico da sua UC.

+1,0 CB

Matas ciliares são a vegetação ao redor de corpos de água que os protege de erosão, poluição física e química. Este nome se assemelha à cílios dos nossos olhos por desempenharem uma função parecida de proteção

SORTE



O **Conselho Gestor** da sua UC obteve pontuação máxima na avaliação da SEMACE. Receba pela Eficiência da Gestão.

+2,0 CB

Conselho gestor é o instrumento de gestão das Unidades de Conservação, presidido pelo órgão responsável pela UC, e com representantes de órgãos públicos, sociedade civil e moradores residentes no local.

SORTE



Você guiou uma trilha ecológica na sua UC. Receba bônus por ecoturismo.

+1,5 CB

SORTE



Seu município ampliou a área total protegida por Lei. Receba pelo aumento do IQM.

+1,0 CB

O Índice Municipal de Qualidade do Meio Ambiente (IQM) é um mecanismo de repasse de verba de até 2%, da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Para isso, os municípios garantem o repasse ao comprovarem metas ambientais anuais via formulários da SEMA.

SORTE



Campanha de Educação Ambiental reduziu drasticamente o descarte irregular de resíduos nas trilhas da sua UC. Receba pelo aumento do IQM.

+1,0 CB

O Índice Municipal de Qualidade do Meio Ambiente (IQM) é um mecanismo de repasse de verba de até 2%, da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Para isso, os municípios garantem o repasse ao comprovarem metas ambientais anuais via formulários da SEMA.

REVÊS



O Conselho Gestor da sua UC não se reuniu no último ano, desativando a a gestão participativa. Perda por ineficiência na gestão.

-1,0 CB

Conselho gestor é o instrumento de gestão das Unidades de Conservação, presidido pelo órgão responsável pela UC, e com representantes de órgãos públicos, sociedade civil e moradores residentes no local.

REVÊS

Queimada ilegal de grandes proporções atingiu a sua UC, destruindo vegetação nativa. Perda pelo critério de Proteção Florestal (Se voce nao tiver brigada).

-1,0 CB

Uma brigada é um grupo operacional organizado, treinado e equipado para atuar em missões específicas, geralmente ligadas à segurança, combate a emergências ou estrutura militar.

REVÊS

Queimada ilegal de grandes proporções atingiu a sua UC, destruindo vegetação nativa. Perda pelo critério de Proteção Florestal (Se voce nao tiver brigada).

-1,0 CB

Uma brigada é um grupo operacional organizado, treinado e equipado para atuar em missões específicas, geralmente ligadas à segurança, combate a emergências ou estrutura militar.

REVÊS

O Conselho Gestor da sua UC não se reuniu no último ano, desativando a a gestão participativa. Perda por ineficiência na gestão.

-1,0 CB

Conselho gestor é o instrumento de gestão das Unidades de Conservação, presidido pelo órgão responsável pela UC, e com representantes de órgãos públicos, sociedade civil e moradores residentes no local.

REVÊS

O Conselho Gestor da sua UC não se reuniu no último ano, desativando a a gestão participativa. Perda por ineficiência na gestão.

-1,0 CB

Conselho gestor é o instrumento de gestão das Unidades de Conservação, presidido pelo órgão responsável pela UC, e com representantes de órgãos públicos, sociedade civil e moradores residentes no local.

SORTE

Fiscalização eficiente impediu o lançamento de efluentes industriais sem tratamento nos rios locais. Receba um bônus de qualidade ambiental.

+1,0 CB**SORTE**

reflorestamento com espécies nativas ao longo de 20km das margens do rio principal foi concluído, protegendo contra o assoreamento.

+1,0 CB

SORTE

Projeto de reflorestamento com espécies nativas ao longo de 20km das margens do rio principal foi concluído, protegendo contra o assoreamento.

+1,0 CB

O assoreamento é um processo de degradação ambiental que ocorre quando o fundo dos rios fica sobrecarregado pelo acúmulo de sedimentos, detritos e matéria orgânica.

SORTE

Recuperação bem-sucedida das nascentes em sua UC garantiu o fluxo de água durante a estiagem.

+1,0 CB

SORTE

Programa municipal de apoio à transição agroecológica eliminou o uso de agrotóxicos em áreas próximas a nascentes de água, garantindo água pura.

+1,0 CB

REVÊS

Foi detectado lançamento de efluentes industriais sem tratamento nos rios locais. Pague uma multa por qualidade ambiental.

-1,0 CB

REVÊS

Uso inadequado de defensivos agrícolas em áreas de encosta perto de mananciais de abastecimento causou contaminação da água.

-1,0 CB

REVÊS

Supressão ilegal de mata ciliar ao longo do rio principal causou assoreamento severo e contaminação por agrotóxicos. O IQM despencou.

-1,0 CB

SORTE

Você implementou um sistema de monitoramento aéreo que detectou um foco de calor em estágio inicial, evitando uma catástrofe.

+1,0 CB

REVÊS

Diversos focos de queimada ilegal foram detectados. Pague o valor da multa ambiental abaixo para cada uma das suas UCs.

-1,0 CB

REVÊS

Queimada ilegal de grandes proporções atingiu a sua UC, destruindo vegetação nativa. Perda pelo critério de Proteção Florestal (Se voce nao tiver brigada).

-1,0 CB

REVÊS

Após uma série de queimadas ilegais, sua UC perdeu parte da vegetação que abrigava espécies de aves nativas ameaçadas. Perda de Biodiversidade.

-1,0 CB

REVÊS

Diversos focos de queimada ilegal foram detectados. Pague o valor da multa ambiental abaixo para cada uma das suas UCs.

-1,0 CB

REVÊS

Queimada ilegal de grandes proporções atingiu a sua UC, destruindo vegetação nativa. Perda pelo critério de Proteção Florestal (Se voce nao tiver brigada).

-1,0 CB

SORTE

MUFUMBO
Combretum leprosum



Espécie nativa recomendada para ações de **reflorestamento** no Ceará.

+1,0 CB

SORTE

CAJUEIRO
Anacardium occidentale



Espécie nativa recomendada para ações de **reflorestamento** no Ceará.

+1,0 CB

SORTE

GENIPAPO
Genipa americana L.



Espécie nativa recomendada para ações de **reflorestamento** no Ceará.

+1,0 CB

REVÊS

MANGUEIRA
Mangifera indica L.



Espécie vegetal exótica **Invasora** para o estado do Ceará

-1,0 CB

REVÊS

NIM INDIANO
Azadirachta indica A. Juss



Espécie vegetal exótica **Invasora** para o estado do Ceará

-1,0 CB

REVÊS

CASUARINA
Casuarina equisetifolia L.



Espécie vegetal exótica **Invasora** para o estado do Ceará

-1,0 CB

SORTE

**YPÊ
AMARELO**
*Handroanthus
albus*



Fonte:
<https://www.schubert.com.br/pt-br/mandacaru-amarillo-handroanthus-albus>

Espécie nativa recomendada
para **paisagismo** no Ceará.

+1,0 CB

SORTE

**MANGUE
VERMELHO**
*Rhizophora
mangle*



Fonte:
<https://arquiteturaecidade.com.br/2018/05/01/mangue-vermelho-rhizophora-mangle/>

Funciona como berçário da vida
marinha e é essencial para a
proteção costeira

+1,0 CB

SORTE

MANDACARU
Cereus jamacaru



Fonte:
<https://www.schubert.com.br/pt-br/mandacaru-cereus-jamacaru>

Espécie xerófita, nativa do Brasil,
disseminada no Semiárido

+1,0 CB

SORTE

**RAINHA DO
SERTÃO**
Cattleya labiata



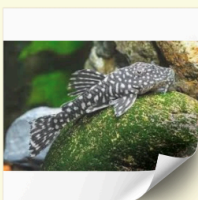
Fonte:
<https://www.schubert.com.br/pt-br/rainha-do-sertao-cattleya-labiata>

Flor-Símbolo do Estado do
Ceará, ocorrendo exclusivamente
na região Nordeste

+1,0 CB

SORTE

CASCUDO
Pseudocistrus
genisetiger



Espécie de peixe com estado de conservação considerado **quase ameaçadas** (NTs) em águas continentais do estado do Ceará.

+1,0 CB

SORTE

CURIMATÃ
Prochilodus
lacustris

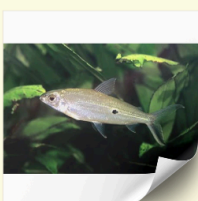


Espécie de peixe com estado de conservação considerado **quase ameaçadas** (NTs) em águas continentais do estado do Ceará.

+1,0 CB

SORTE

FLECHEIRO
Hemiodus
paraguayae

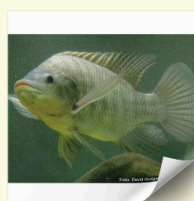


Espécie de peixe com estado de conservação considerado **quase ameaçadas** (NTs) em águas continentais do estado do Ceará.

+1,0 CB

REVÊS

TILÁPIA
Oreochromis
niloticus



Animal exótico **invasor** ou potencialmente invasor.

-1,0 CB

REVÊS

TUCUNARÉ
Cichla
monoculus



Animal exótico **invasor** ou potencialmente invasor.

-1,0 CB

REVÊS

PEIXE BETA
Betta
splendens

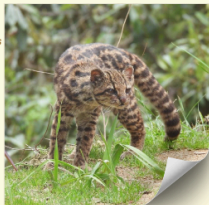


Animal exótico **invasor** ou potencialmente invasor.

-1,0 CB

SORTE

GATO-DO-MATO
Leopardus tigrinus emiliae



Fonte:
<https://www.ecogripas.org/cnh/a/leopardus-tigrinus>

Espécie listada no Livro Vermelho dos Animais Ameaçados de Extinção do Ceará, como **vulnerável (VU)**. É o único felino endêmico do Brasil.

+1,0 CB

SORTE

TARTARUGA-CABEÇUDA
Caretta caretta (Linnaeus, 1758)



Fonte:
https://mauladivino-eladivino.org/especies/biodiversidade/caretta-caretta/especie_inagem

Espécie listada no Livro Vermelho dos Animais Ameaçados de Extinção do Ceará, como **vulnerável (VU)**. É uma das cinco espécies das tartarugas marinhas que habitam o litoral brasileiro.

+1,0 CB

SORTE

PERIQUITO CARA-SUJA
Pyrrhura griseipectus Salvadori, 1900



Fonte: <https://fls.k12/p/ps/cac>

Espécie listada no Livro Vermelho dos Animais Ameaçados de Extinção do Ceará, como **vulnerável (VU)**. Além do Ceará, tem população recente apenas na Bahia, perto da divisa com Sergipe, estando ainda sob estudos.

+1,0 CB

REVÊS

GATO
Felis catus



Fonte:
<https://www.sociedade.com/livros-da-biodiversidade/animais/gato>

O gato é considerado uma espécie **exótica invasora** no Ceará, representando sérios riscos à biodiversidade local.

-1,0 CB

REVÊS

SIRI-BIDU
Charybdis hellerii



Fonte:
<https://www.sociedade.com/livros-da-biodiversidade/animais/siri-bidu>

Animal exótico **invasor** ou potencialmente invasor.

-1,0 CB

REVÊS

CAMARÃO-GIGANTE-DA-MALÁSIA
Macrobrachium rosenbergii



Fonte:
<https://animais.k12/p/macrobrachium-rosenbergii>

Animal exótico **invasor** ou potencialmente invasor.

-1,0 CB

SORTE

MAÇARICO-DE-PAPO-VERMELHO
Calidris canutus



Foto: <https://www.flickr.com/photos/1411111111/1411111111/>

Aves limícolas migratórias que têm o estuário como zona importante de alimentação para completar seu ciclo de vida

+1,0 CB

SORTE

PEIXE-BOI-MARINHO
Trichechus manatus



Foto: <https://www.flickr.com/photos/1411111111/1411111111/>

é um mamífero aquático herbívoro de metabolismo lento. No nordeste do Brasil, consome principalmente angiospermas marinhas, como o capim agulha e macroalgas.

+1,0 CB

SORTE

MORCEGO-VAMPIRO-DE-PERNAS-PELUDAS
Diphylla ecaudata



Foto: <https://www.flickr.com/photos/1411111111/1411111111/>

é um morcego hematófago com ampla distribuição no Brasil. Todavia, é pouco abundante, vivendo de forma solitária ou formando pequenos grupos.

+1,0 CB

APÊNDICE D - CARTAS DE FISCALIZAÇÃO

APA DA LAGOA DE URUAÚ Construir imóvel sem a devida licença ambiental na Unidade de Conservação 4,0 CB	APA DA SERRA DA ARATANHA Destruir 0,55 hectares de vegetação nativa (Mata Atlântica) 2,5 CB
APA DO ESTUÁRIO DO RIO CURU Instalar 8 estruturas de raceways, com área de aproximadamente 0,7 hectares, sem a devida licença de instalação. 3,0 CB	APA DAS DUNAS DE PARACURU Deixar de apresentar o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental - RAMA no prazo determinado pela autoridade ambiental. 1,5 CB
APA DA BICA DO IPU Supressão vegetal de 0,11 ha 1,5 CB	APA DA LAGOA DE JIJOCA Tráfego de veículo em APP, na Zona de Conservação (ZOC). 2,0 CB

Fonte: Elaborado pelo autor.

APA DA SERRA DE BATURITÉ Descumprir embargo administrativo por ausência de licenciamento ambiental de construção de residência unifamiliar na APA da Serra de Baturité. 3,5 CB	APA DAS DUNAS DA LAGOINHA Deixar de apresentar o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental - RAMA no prazo determinado pela autoridade ambiental. 1,5 CB
APA DO PECÉM Lançar resíduos sólidos, provenientes da manutenção da Estação Elevatória de Esgoto nº 3 - Pecém, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou atos normativos. 3,5 CB	APA DO LAGAMAR DO CAUÍPE Instalar atividade potencialmente poluidora (canal para drenagem) em licença ou autorização dos órgão ambiental competente. 4,0 CB
ARIE DAS ÁGUAS EMENDADAS DOS INHAMUNS Lançar a céu aberto, efluentes líquidos em desacordo com as leis estabelecidas em atos normativos 4,0 CB	ARIE DO SÍTIO CURIÓ Desmatar, a corte raso, 0,53 hectare de florestas ou demais formações nativas sem autorização da autoridade competente: 2,5 CB

Fonte: Elaborado pelo autor.

ARIE DO CAMBEBA

Ter em depósito 19 espécimes da fauna nativa (02 galo de campina, 10 papa capim, 02 bicudo, 01 sabia da praia, 01 primavera, 01 tico tico)

3,0 CB**ARIE FAZENDA RAPOSA**

Lançar resíduos sólidos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências legais ou atos normativos

3,5 CB**APA DO RIO PACOTI**

Destruir florestas de vegetação nativa, objeto de especial preservação, não passíveis de autorização para exploração ou supressão

3,0 CB**APA DO ESTUÁRIO DO RIO MUNDAÚ**

Deixar de cumprir compensação ambiental determinada por lei, na forma e nos prazos exigidos pela autoridade ambiental.

3,0 CB**APA DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ**

Fazer funcionar atividade potencialmente poluidora (estação de tratamento de efluentes) sem a devida licença do órgão ambiental competente.

2,5 CB**CORREDOR ECOLÓGICO DO RIO PACOTI**

Construir residência unifamiliar em unidade de conservação, sem a devida licença ambiental.

1,5 CB

REVIS PERIQUITO CARA SUJA Fazer terraplanagem de uma área de 0,26 hectares sem autorização do órgão ambiental competente. 2,0 CB	ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade. 5,0 CB
MONUMENTO NATURAL DAS FALÉSIAS DE BEBERIBE Realizar obra potencialmente causadora de impacto ambiental (Constr. de muro de 25m de extensão em área situada a menos de 100m de distância de ruptura de relevo de falésia) em desacordo com as normas vigentes. 3,0 CB	MONUMENTO NATURAL DOS MONÓLITOS DE QUIXADÁ Construir imóvel em unidade de conservação, sem licença do órgão ambiental competente. 3,5 CB
MONUMENTO NATURAL SÍTIO RIACHO DO MEIO Destruir ou danificar florestas ou qualquer tipo de vegetação nativa ou de espécies nativas plantadas, objeto de especial preservação, sem autorização ou licença da autoridade ambiental competente. 3,5 CB	PARQUE ESTADUAL DO CÂNION CEARENSE DO RIO POTI Desmatar uma área de aproximadamente 5 hectares, a corte raso, florestas ou demais formações nativas, fora da reserva legal, sem autorização da autoridade competente. 4,5 CB

PARQUE ESTADUAL BOTÂNICO DO CEARÁ Transportar lenha nativa ausente do devido documento de origem florestal - DOF - válido. 3,0 CB	PARQUE ESTADUAL DAS CARNAÚBAS Fazer funcionar estação de tratamento de esgoto da sede do município sem licença ambiental do órgão ambiental competente. 2,0 CB
PARQUE ESTADUAL DO COCÓ Realizar a comercialização de veículos seminovos/ usados na área protegida Parque Estadual do Cocó, em desacordo com o plano de manejo. 2,5 CB	PARQUE ESTADUAL SÍTIO FUNDÃO Realizar atividade ou adotar conduta em desacordo com os objetivos da unidade de conservação 2,0 CB
PARQUE ESTADUAL MARINHO DA PEDRA DA RISCA DO MEIO Ter em cativeiro 13 espécimes de animal silvestre nativo do grupo das Aves inseridas na Lista Vermelha das Aves ameaçadas de extinção do Ceará, sendo 2 Sabias-de-praia, 2 Corrupiões, 1 Azul? 5,0 CB	PARQUE ESTADUAL DO PICO ALTO Desmatar a corte raso 0,15 hectares de vegetação nativa sem autorização da autoridade competente. 1,5 CB

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE E - MANUAL DE REGRAS

MANUAL DO JOGO ZELAR!

Simulador Estratégico de Gestão Ambiental e Conservação da Caatinga
O ZELAR! é um simulador dinâmico baseado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Nele, os jogadores assumem o papel de conselheiros ambientais e gestores de territórios no Estado do Ceará. O objetivo central é gerenciar e consolidar Unidades de Conservação (UCs) enfrentando pressões antrópicas, infrações reais da SEMACE e eventos ecológicos.
Nesta versão, o motor do jogo e a sua métrica de sucesso baseiam-se estritamente em Cestas de Biodiversidade (CB) (frutas nativas e presas da Caatinga) e no ganho de ****Pontos de Integração (PI)****. Vence quem estruturar o território mais resiliente e alcançar o maior ****Índice de Integridade Ecológica (IIE)****.

Componentes do Jogo

- Tabuleiro Circular: Composto por 42 casas divididas em categorias de proteção (Uso Sustentável e Proteção Integral), Infraestruturas e Serviços Ambientais, e casas de Funcionalidades.
- Baralho de Cartas: Cartas de Ação (Sorte/Revés) e Cartas de Fiscalização Ambiental (Autos de infração baseados em dados reais).
- Fichas de Controle de Pontuação: Para registro dos Pontos de Integração (PI).

80 Fichas Físicas de Cestas de Biodiversidade (CB): Divididas em 4 categorias de peso ecológico:

-  mandacaru, umbu, caju, cutia (5,0 CB): 8 fichas
-  mandacaru, umbu, caju (2,0 CB): 32 fichas
-  mandacaru, umbu (1,0 CB): 18 fichas
-  Mandacaru (0,5 CB): 22 fichas

Preparação Inicial

1. Cada jogador (ou grupo de gestão) escolhe um pin marcador e o posiciona na casa INÍCIO (SEMA)
2. Orçamento Ecológico Inicial: Cada jogador recebe do Banco exatamente 12,0 CB em fichas físicas, distribuídas da seguinte forma:

- ☐ 01 Ficha Verde Escuro (5,0 CB)
- ☐ 03 Fichas Verde Claro (2,0 CB cada = 6,0 CB)
- ☐ 01 Ficha Marrom (1,0 CB)
- ☐ 02 Fichas Biodegradáveis (0,5 CB cada = 1,0 CB)

Total por jogador: 7 fichas físicas.

3. As cartas de Ação e Fiscalização são embaralhadas e dispostas nos seus respectivos locais. As fichas restantes formam o Banco de Insumos Biológicos.

Dinâmica da Partida e Rodadas

Os jogadores revezam-se lançando os dados e avançando as casas no sentido horário.

1. Renda Ecológica de Ciclo (Produtividade Primária Líquida)
Sempre que um jogador passar ou cair na casa INÍCIO, ele recebe imediatamente 2,0 CB do Banco (entregues em exatamente uma ficha Verde Claro). Esse valor simula os serviços ecossistêmicos e a regeneração natural contínua da Caatinga a cada ciclo temporal.

2. Parada em Casas de Unidades de Conservação (UCs)
Ao cair em uma casa de UC, o jogador analisa sua categoria e o valor de aporte indicado no tabuleiro:

Área sem Gestor: O jogador pode assumir a responsabilidade e o manejo daquela UC. Para isso, realiza o Aporte de Consolidação Territorial, transferindo o valor em fichas de CB correspondente para o Banco.

Área com Gestor (Manejo de Terceiros): O jogador deve pagar uma Taxa de Cooperação Ecológica (Aluguel) ao dono da área, equivalente a 0,5 CB

Instalação de Melhorias Estratégicas

Ao cair novamente em uma UC que já está sob sua gestão, o jogador pode realizar aportes incrementais para subir o nível de conservação da área e acumular ****Pontos de Integração (PI)****:

Nível	Nome	Custo	Benefício
L1	Sinalização e cercamento	1,0 CB	+10 PI — proteção básica
L2	Plano de manejo	1,0 CB	+10 PI — regularização técnica
L3	Brigada de Incêndio	1,0 CB	+10 PI — imunidade permanente a cartas de queimada
L4	Reintrodução de Espécies	2,0 CB	+10 PI — equilíbrio do habitat

Casas Especiais e Funcionalidades

Companhias de Serviço (Infraestrutura)

Permanecem com as diretrizes e funções estruturais originais de pontuação de impacto:

- Companhia de Água: O gestor focado em recursos hídricos ganha um bônus de ****+20 PI**** por cada UC sob seu domínio ativo.
- Autarquia do Meio Ambiente: Representa auditorias burocráticas pesadas. O jogador que cair aqui deve ****ficar 1 rodada sem jogar**** para responder aos ritos regulatórios.
- Companhia de Energia: ****Recompensa a transição energética sustentável. Confere ****+30 PI**** imediatos ao jogador por evitar matrizes fósseis e mitigar emissões no tabuleiro.**
-

Casas de Funcionalidade Direta e Conflito

- Manejo e Prevenção: ****O gestor investe ****1,0 CB**** em um treinamento de brigadas locais. Na próxima vez em que o jogador for penalizado por uma carta de Fiscalização Ambiental, ele ganha o benefício do ***Selo de Gestão Eficiente*** e ****reduz a multa da carta pela metade****.**
- Fiscalização Ambiental: ****O jogador que cair nesta casa atua como agente fiscalizador. Ele escolhe uma UC sob a gestão de um adversário e retira uma carta do baralho de Fiscalização. O alvo deve ler o auto de infração em voz alta e ****devolver ao Banco**** a quantidade de CBs estipulada na carta (conforme o dano biológico provocado).**
- Compensação Ambiental (Poluidor-Pagador): ****O jogador deve optar imediatamente por um dos caminhos de mitigação de danos:**
 - ❖ Opção Tecnocrática: ***Paga uma multa de ****2,0 CB**** diretamente ao Banco e perde os PIs acumulados naquela rodada.**
 - ❖ Opção Ecológica / Restauração: ***Paga apenas ****1,0 CB****, ****fica 1 rodada sem jogar**** atuando diretamente no mutirão de recuperação da área degradada, mas ganha um bônus de ****+30 PI**** pelo restauro florestal bem-sucedido.**

Aqui está o resumo das Pontuações ao longo do jogo:

Ação Realizada	Pontuação (PI)
Assumir gestão de UC de Uso Sustentável	+20 PI por área
Assumir gestão de UC de Proteção Integral	+30 PI por área
Instalar qualquer nível de melhoria (L1 a L4)	+10 PI por nível
Retirar Cartas de Sorte com espécies nativas	+10 PI por espécie
Companhia de Água — bônus por UC sob domínio ativo	+20 PI por UC
Companhia de Energia — transição energética sustentável	+30 PI imediatos
Compensação Ambiental (princípio poluidor-pagador)	+30 PI pelo restauro

 Critério de Vitória e o Índice de Integridade Ecológica (IIE)

O critério de vitória do ZELAR! afasta-se do acúmulo de capital e foca na saúde ambiental. O progresso é medido por ****Pontos de Integração (PI)**** anotados na ficha de controle de cada jogador:

- | Progresso de Manejo Realizado | Pontuação Conferida (IIE) |
- | Assumir a gestão de uma UC de Uso Sustentável | ****+20 PI**** por área |
- | Assumir a gestão de uma UC de Proteção Integral | ****+30 PI**** por área |
- | Instalar qualquer nível de Melhoria (L1 a L4) | ****+10 PI**** por nível aplicado |
- | Retirar Cartas de Sorte com espécies nativas vivas | ****+10 PI**** adicionais por espécie |

Fim de Jogo

A partida encerra-se sob três condições:

1. ****Clímax Ecológico****: Um jogador atinge o teto máximo de resiliência e marca ****650 Pontos de Integração (PI)****.
2. ****Colapso de Recursos (Falência Biológica)****: Quando todos os jogadores, exceto um, esgotarem completamente suas fichas de Cestas de Biodiversidade (CB) devido a sucessivas multas ou desastres, restando apenas um gestor ativo.
3. ****Tempo Limite de Aula Esgotado****: Caso o tempo pedagógico termine, aplica-se a fórmula de desempate e consolidação do Índice de Integridade Ecológica:

O jogador com a maior pontuação final de IIE é declarado o Protetor Supremo do Bioma Caatinga e vencedor da partida!