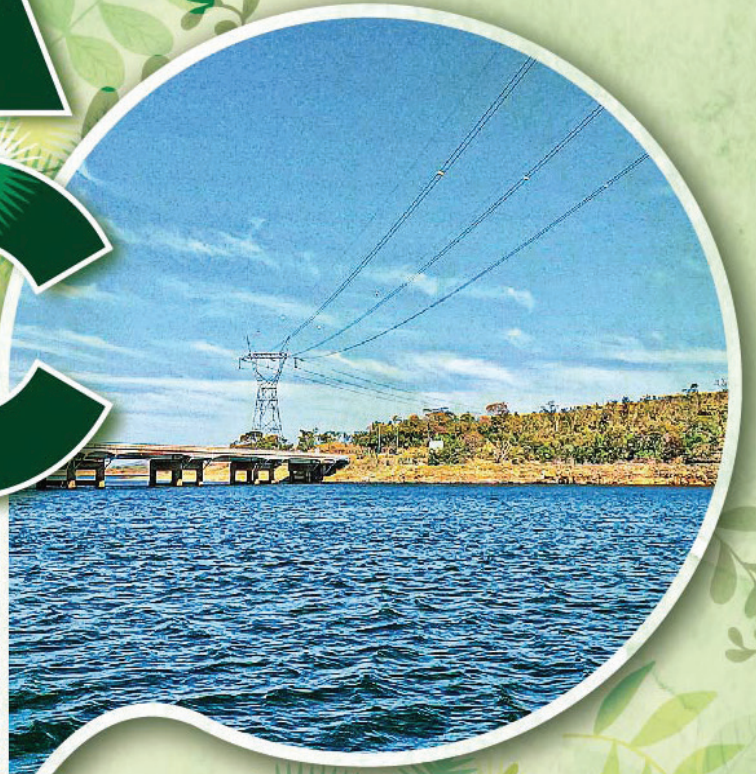


CARTILHA

BA

ED

ECOLOGIA



Inovação
Eco-tecnológica
Transdisciplinar
em Educação
Ambiental

Realização:
Projeto
IBI UHE FURNAS
& UFMG

Realização:

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS



Equipe de pesquisa transdisciplinar top-down

Estudantes de Ensino Médio e Graduação

Bruno Bernardo Döhler - Graduando em Ciências Biológicas, ICB, UFMG
Fernanda Homann Delayte - Graduanda em Engenharia Ambiental, UFMG
Luana Maria Silva - Graduanda em Ciências Biológicas, ICB, UFMG
Manuella Gomes Milani - Graduanda em Engenharia Ambiental, UFMG
Marcos Vinícius de Campos M. e Silva - Graduando em Engenharia Ambiental, UFMG
Mariana Pinho - Graduanda em Ciências Biológicas, PUC-MG
Melissa Fróes - Graduanda em Engenharia Ambiental, UFMG
Pedro Henrique de Senna Alves – Graduando em Ciência da Computação, Estácio
Pedro Lucena - Estudante Ensino Médio-Técnico em Química, COLTEC, UFMG

Estudantes de Pós-graduação

Bruna de Souza Vieira - Mestranda PPG - ECMVS, DGEE, ICB, UFMG
Karoline Hellen Madureira - Doutoranda PPG - ECMVS, DGEE, ICB, UFMG
Mirella Bisso Alonso - Doutoranda PPG - Ecologia Aplicada, ICN, UFLA
Rosálva Sulzbacher - Mestranda PPG - Ecologia Aplicada, ICN, UFLA

Pesquisadores associados

Anderson Santos da Rocha - Técnico de Laboratório, DGEE, ICB, UFMG
Gilberto Nepomuceno Salvador - Pesquisador Pós-doutorado, UFMG
Gisele Moreira dos Santos - Pesquisadora Pós-doutorado, UFMG
Juliana Silva França - Pesquisadora Pós-doutorado, PPG-ECMVS, DGEE, ICB, UFMG
Pedro Henrique Monteiro do Amaral - Pesquisador Pós-doutorado, UFMG

Professores

Alessandra Angélica de Pádua Bueno - Professora, ICN, DEC, UFLA
Getúlio Fonseca Domingues - Professor Departamento de Cartografia, IGC, UFMG
Marcos Callisto – Professor de Ecologia, DGEE, ICB, UFMG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C327 CARTILHA ABCDEcologia: inovação eco-tecnológica transdisciplinar em Educação Ambiental / M. Callisto, [et al.]. Belo Horizonte: Projeto IBI UHE Furnas; UFMG, 2024.

72 p. : il.

Disponível em: <https://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Projeto IBI UHE FURNAS & UFMG.

ISBN: 978-65-981989-1-6

1. Ecologia. 2. Educação ambiental. 3. Desenvolvimento Sustentável. 4. Biodiversidade. 5. Mudança Climática. I. Callisto, Marcos.

CDD: 577

CDU: 574



Passarinhos

(canção de Emicida)

*Cidades são aldeias mortas, desafio nonsense
Competição em vão que ninguém vence
Pense num formigueiro, vai mal
Quando pessoas viram coisas, cabeças viram degraus
No pé que as coisas vão, Jão, doidera
Daqui a pouco, resta madeira nem pros caixão
Era neblina, hoje é poluição
Asfalto quente queima os pé no chão
Carros em profusão, confusão
Água em escassez bem na nossa vez
Assim não resta nem as barata (é memo'!)
Injustos fazem leis e o que resta pr'ocês?
Escolher qual veneno te mata
Pois somos tipo...
Passarinhos
Soltos a voar dispostos
A achar um ninho
Nem que seja no peito um do outro*

UFMGames

Nesta abordagem são utilizadas diversas ferramentas:

CARTILHA + BANNERS + INFOGRÁFICOS + GAMIFICAÇÃO = INOVAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE

As imagens das figuras nesta cartilha foram elaboradas pelos autores com a ferramenta Canva Pro.

Esta cartilha deverá ser citada como:

Callisto, M., Döhler, B.B., Delayte, F.H., Silva, L.M., Milani, M.G., Silva, M.V.C.M., Pinho, M., Fróes, M., Alves, P.H.S., Lucena, P., Vieira, B.S., Madureira, K.H., Alonso, M.B., Sulzbacher, R., Rocha, A.S., Salvador, G.N., Santos, G.M., França, J.S., Amaral, P.H.M., Bueno, A.A.P., Domingues, G.F. 2024. Cartilha ABCDEcologia: inovação eco-tecnológica transdisciplinar em Educação Ambiental. Projeto IBI UHE Furnas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 72pp. Doi: <https://zenodo.org/records/20558931>

Apresentação

Esta cartilha é uma proposta de inovação eco tecnológica transdisciplinar em Educação Ambiental desenvolvida durante período como professor residente no Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares (IEAT) da Universidade Federal de Minas Gerais. O objetivo de nossa equipe foi trabalhar conceitos ecológicos relacionados à sustentabilidade ambiental na unidade hidrológica da Usina Hidrelétrica de Furnas no trecho alto do Rio Grande em Minas Gerais, em parceria com a AXIA Energia.

A prática de atividades de educação ambiental nos 35 municípios limieiros à Usina Hidrelétrica de Furnas fomentou discussões sobre como nossas atividades de pesquisa e inovação poderiam subsidiar professores de Ciências e Biologia em escolas públicas. Em reuniões semanais definimos conceitos teóricos em Ecologia, elaboramos banners, infográficos e roteiros de jogos (gamificação) para esta cartilha ABCDEcologia. Esta cartilha aborda questões ambientais, qualidade de água, conhecimentos sobre a biodiversidade e processos ecológicos que têm sido estudados pela equipe do Projeto de Pesquisa e Inovação IBI UHE Furnas & UFMG.

A redação desta cartilha contou com uma equipe variada durante o exercício transdisciplinar top-down (de jovens estudantes até seus professores), incluindo graduandos dos cursos de Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental, Geografia, Ciência da Computação, estudante do ensino médio (curso técnico em Química no COLTEC-UFMG), mestrandas e doutorandas no Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ICB-UFMG) e do Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada da UFLA, técnico-administrativo, pesquisadores associados, pesquisadores pós-doc e professores do Instituto de Ciências Biológicas e do Instituto de Geociências da UFMG e de Ecologia da UFLA.

Esperamos que esta cartilha possa ser útil na discussão de condições ecológicas em um mundo em mudanças climáticas, subsidiando a proposição de medidas mitigadoras a distúrbios ambientais na bacia da UHE Furnas. Temos a expectativa de que futuramente outros empreendimentos da AXIA Energia possam também adotar esta cartilha em atividades de educação ambiental em escolas públicas.

Belo Horizonte, 20 de setembro de 2024.

Prof. Marcos Callisto

Professor Residente IEAT-UFMG (março/2024 a fevereiro/2025)

Coordenador científico Projeto IBI UHE FURNAS & UFMG

ABCDEcologia

Esta cartilha **ABCDEcologia** oferece conceitos ecológicos, banners, infográficos e roteiros de jogos para professores e estudantes do ensino básico de escolas localizadas nos 35 municípios limieiros da Usina Hidrelétrica de Furnas, no alto Rio Grande, Minas Gerais. O arquivo PDF está disponível no website do Laboratório de Ecologia de Bentos do Departamento de Genética, Ecologia e Evolução do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (<https://lebufmg.wixsite.com/bentos>).

O objetivo desta cartilha **ABCDEcologia** é oferecer embasamento para que as aulas de Ciências e Biologia nas escolas sejam enriquecidas com informações, brincadeiras e atividades lúdicas para ajudar professores e estudantes a: (i) conhecer a qualidade ecológica e biodiversidade na bacia da UHE Furnas; (ii) entender as mudanças globais decorrentes de pressões por atividades humanas; (iii) discutir possíveis medidas mitigadoras a problemas ambientais nas águas da bacia hidrográfica da UHE-Furnas.

Estas atividades foram propostas por estudantes de graduação dos cursos de Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais, contando com pesquisadores pós-doc, doutorandas e mestrandas dos Programas de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (UFMG), Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada (UFLA), professores de Ecologia em ambas as universidades.

Todas as informações fazem parte do Projeto de Pesquisa e Inovação IBI UHE FURNAS & UFMG.



Índice

Página

Proposta 1: USO DA TERRA	11
Proposta 2: TURISMO SUSTENTÁVEL	19
Proposta 3: INVASÕES BIOLÓGICAS	23
Proposta 4: MUDANÇAS CLIMÁTICAS	37
Proposta 5: EUTROFIZAÇÃO E TANQUES REDE	45
Proposta 6: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	57
Proposta 7: OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ESG e SUSTENTABILIDADE	61
GLOSSÁRIO DE TERMOS CIENTÍFICOS UTILIZADOS EM ECOLOGIA	65

PROPOSTA

1

USO DA TERRA

BASE CONCEITUAL

Descubra como o Uso da Terra afeta o Futuro do Planeta!

Devemos pensar como as escolhas de hoje moldam o mundo de amanhã. Que tal explorarmos como as nossas ações afetam os usos da terra e, desta forma, aprender sobre sustentabilidade, desmatamento, agricultura e muito mais! Vamos juntos entender os tipos de usos da terra e suas consequências.

Tipos de usos da terra

AGRICULTURA

Produção de alimentos e matéria-prima



PECUÁRIA

Criação de animais para a produção de carne, leite, couro, etc



URBANO

Áreas destinadas a residências, indústrias, comércio e serviços



CONSERVAÇÃO

Áreas protegidas para preservação de ecossistemas e biodiversidade.



USOS DA TERRA



FLORESTAL

Manejo sustentável de florestas para produção de madeira, conservação de biodiversidade,



Figura 1 - Tipos de usos da terra.

Em bacias hidrográficas é importante manter parte da cobertura vegetal nativa conservada, com matas ciliares protegendo os riachos e nascentes, garantindo a conservação de condições ecológicas o minimamente alteradas por atividades humanas, caracterizando portanto as condições de referência. As principais características observadas em riachos em condições de referência incluem baixa erosão das margens, sombreamento parcial (ou total) pelas matas ciliares, poucos depósitos de sedimentos finos no fundo e mínimo assoreamento. Estas condições favorecem a manutenção da diversidade de habitats físicos, boa qualidade de água e alta diversidade de espécies aquáticas.

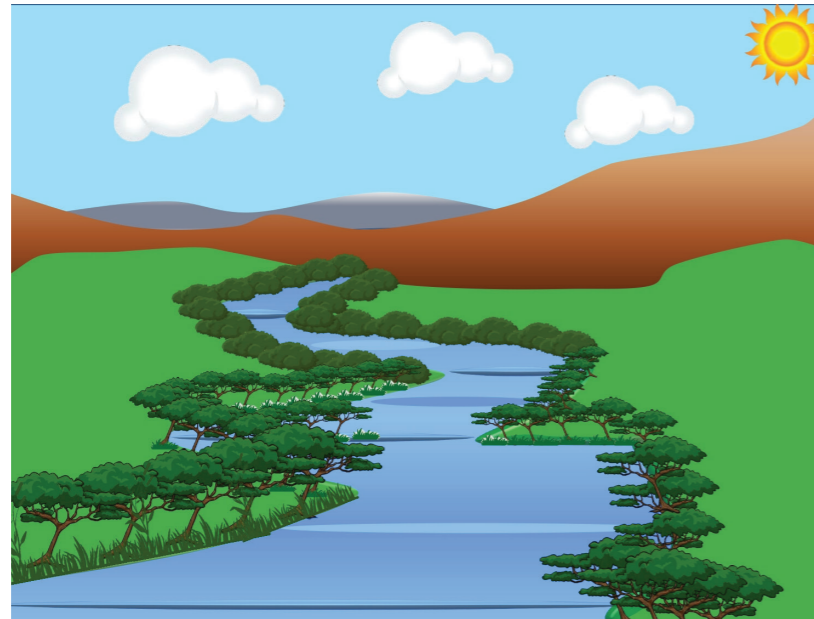


Figura 2 - Ecossistemas aquáticos minimamente alterados por atividades humanas. Fonte: www.monitoramento-participativo.webnode.page.

Em bacias hidrográficas onde a cobertura vegetal nativa é retirada e substituída por outros tipos de usos do solo (p.ex. agricultura, pastagem, pequenas cidades e lugarejos) os ecossistemas aquáticos encontram-se alterados. Um exemplo é o desmatamento das matas ciliares, que deixam desprotegidas as margens dos rios, causando erosão e assoreamento do fundo, perda de habitats e consequente perda de espécies sensíveis à poluição.

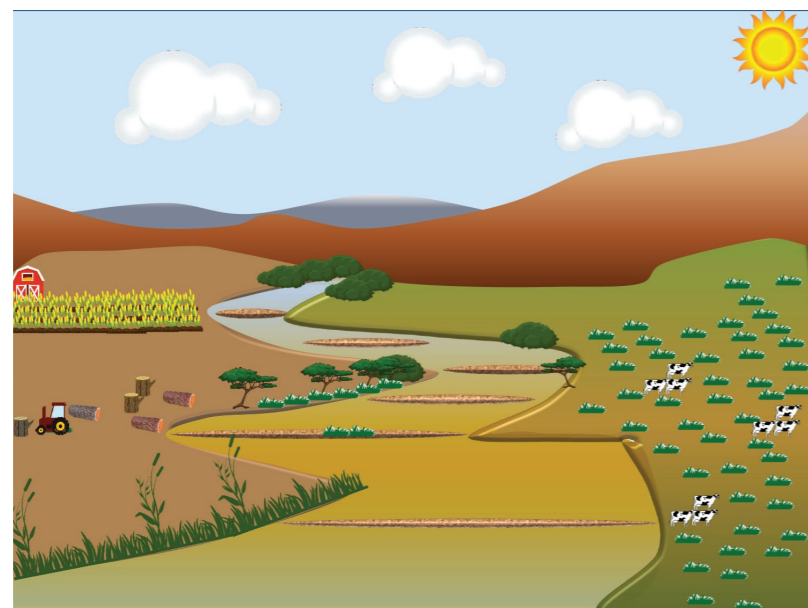


Figura 3 - Ecossistemas aquáticos moderadamente perturbados por atividades humanas. Fonte: www.monitoramento-participativo.webnode.page.

Na maioria das grandes cidades no Brasil a urbanização das áreas adjacentes e canalizações de cursos d'água causam impactos ainda maiores aos ecossistemas aquáticos. A presença de lixo e lançamentos de esgotos sem tratamento adequado contribuem para a proliferação de doenças e mau cheiro característico dessas áreas. Nessas condições apenas espécies resistentes à poluição conseguem sobreviver.

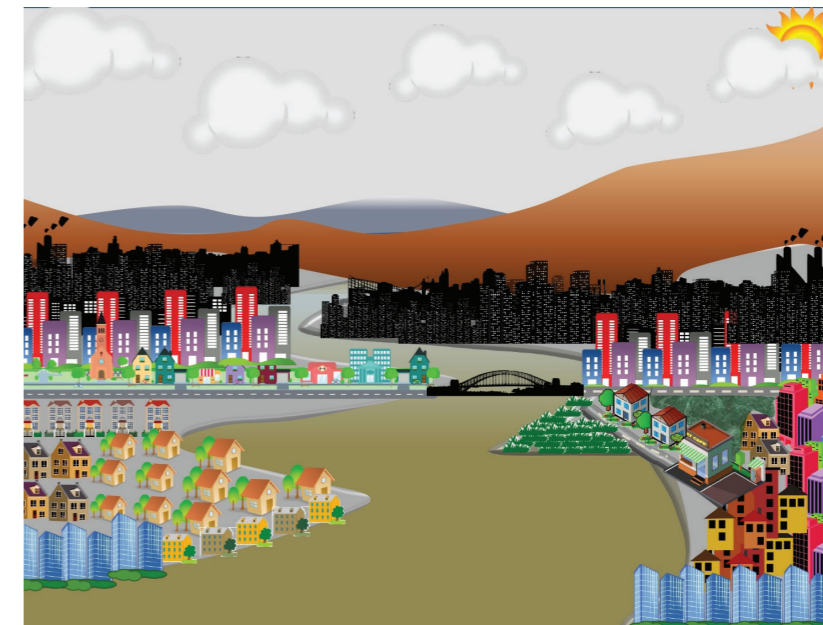


Figura 4 - Ecossistema aquático severamente perturbados por atividades humanas. Fonte: www.monitoramento-participativo.webnode.page.

Imagine que o nosso planeta é um enorme quebra-cabeças, onde cada peça representa uma planta, animal ou outro ser vivo. Quando todos esses seres vivos estão em seus habitats naturais, o quebra-cabeça está completo e funciona perfeitamente. No entanto, quando ocorrem mudanças nos usos da terra, esse quebra-cabeça pode ficar desordenado e perder espécies.

Desmatamento

O desmatamento ocorre quando florestas e áreas naturais são derrubadas para dar lugar a plantações, pastagens, cidades ou estradas. Isso faz com que muitas plantas e animais percam seus habitats. Sem lugar para viver, alimentar e reproduzir, muitos acabam morrendo ou sendo forçados a mudar para outras áreas onde não conseguem sobreviver.

O desmatamento muda o ciclo da água porque, sem árvores e plantas, menos água volta para o ar como vapor, o que faz com que chova menos. Além disso, sem as raízes das plantas para ajudar a água da chuva a infiltrar no solo, mais água escorre pela superfície, causando inundações e erosão do solo. Isso prejudica os animais e plantas que precisam de um ciclo da água equilibrado. Também afeta os seres humanos, porque a água que utilizamos para beber, cultivar alimentos e outras atividades pode ficar mais difícil de encontrar e, quando disponível, ser de pior qualidade.

Erosão do Solo

Além de prejudicar o ciclo da água, o desmatamento também causa a perda de solo fértil por erosão. As árvores e plantas protegem o solo e ajudam a mantê-lo estável com suas raízes. Sem essa cobertura vegetal, o solo fica solto e pode ser facilmente levado pela chuva e pelo vento, causando erosão. Isso não só diminui a qualidade e fertilidade do solo, tornando a terra menos produtiva para a agricultura, como também afeta a estrutura do terreno, podendo causar deslizamentos e erosão severa.

O desmatamento também leva ao assoreamento de corpos d'água, como rios e lagos. Com o solo exposto, a terra solta é facilmente levada pela água da chuva até córregos e rios, acumulando-se no fundo e diminuindo a profundidade dos ecossistemas aquáticos. Esse processo pode resultar em inundações mais frequentes, dificultar a navegação e afetar a qualidade da água, tornando-a turva e menos adequada para o consumo e a vida aquática. O acúmulo de sedimentos altera o habitat de organismos aquáticos, reduzindo a biodiversidade e causando o desequilíbrio de ecossistemas.

Mudanças Globais

A natureza é uma complexa rede de interconexões onde todos os elementos estão interligados. Quando partes desse sistema, como as florestas, são alteradas, o impacto se espalha por todo o meio ambiente. As mudanças globais do clima exemplificam essa interdependência. A emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono e metano, aumenta principalmente devido à queima de combustíveis fósseis e às alterações nos usos da terra. A transformação de florestas em áreas agrícolas ou urbanas não só reduz o número de árvores que absorvem monóxido de carbono (CO), mas também libera o carbono armazenado nas plantas e no solo, aumentando a concentração desses gases na atmosfera. Esse aumento intensifica o efeito estufa, resultando em aquecimento global. As consequências incluem alterações nos padrões climáticos e a ocorrência de eventos climáticos extremos, que afetam negativamente a agricultura, a biodiversidade e a qualidade de vida das pessoas em todo o mundo.

Poluição

As matas desempenham papel crucial na proteção contra a contaminação das águas superficiais e subterrâneas. As raízes das árvores e plantas agem como filtros naturais, retendo sedimentos e poluentes da água da chuva antes que ela penetre no solo e alcance o lençol freático. Isso mantém a água subterrânea mais limpa e segura para consumo. Além disso, a vegetação densa atua como uma barreira que impede que poluentes sejam arrastados diretamente para rios e lagos, conservando a qualidade da água e beneficiando os ecossistemas aquáticos.

Em ambientes urbanos, as árvores e áreas verdes são essenciais para melhorar a qualidade do ar. As árvores absorvem dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio e outras partículas poluentes, enquanto liberam oxigênio, o que é vital para a saúde humana. Além disso, a vegetação ajuda a reduzir a temperatura do ar através da sombra e do processo de evapotranspiração, mitigando os efeitos das ilhas urbanas de calor. Ao remover poluentes do ar e fornecer sombra, as árvores melhoram a qualidade do ar e contribuem para um ambiente urbano mais saudável e agradável.

Impactos Econômicos

Para além do meio ambiente, a discussão sobre as alterações dos usos e cobertura do solo também possui profundas consequências econômicas. A degradação do solo e a escassez de água resultantes da perda de vegetação natural reduzem a produtividade agrícola, levando à insegurança alimentar e à diminuição dos rendimentos dos agricultores. Mais ainda, eventos climáticos extremos, como inundações provocadas pelas mudanças no ciclo hidrológico, acarretam danos significativos à infraestrutura, gerando altos custos de reparo e reconstrução. Nas áreas urbanas a deterioração da qualidade do ar devido à redução de áreas verdes aumenta os gastos com saúde pública, em razão do crescimento de doenças respiratórias. Portanto, proteger e restaurar florestas e áreas verdes é essencial não apenas para a sustentabilidade ambiental, mas também como um investimento estratégico para a economia e o bem-estar das comunidades de moradores.

INFORMAÇÕES DO PROJETO IBI UHE FURNAS & UFMG

Bacia Hidrográfica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas

A bacia hidrográfica do reservatório da UHE Furnas, localizada na região sudeste do Brasil, é uma área de grande importância ecológica, econômica e social. Este reservatório, situado no estado de Minas Gerais, foi criado na década de 1960 com a construção da Usina Hidrelétrica de Furnas, uma das maiores e mais importantes do país. A bacia abrange diversos municípios e é fundamental para a geração de energia elétrica, abastecimento de água, irrigação agrícola e turismo, especialmente no reservatório de Furnas, conhecido como "Mar de Minas" por sua extensão e beleza cênica.

Historicamente, a região passou por significativas mudanças no uso e ocupação da terra. Originalmente coberta por vegetação nativa dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, a bacia hidrográfica experimentou intenso processo de desmatamento e conversão de terras para agricultura, pecuária e áreas urbanas. Essas atividades econômicas transformaram a paisagem, resultando em redução considerável da cobertura vegetal original. Nos últimos anos, essas alterações históricas têm gerado preocupações em relação à conservação ambiental, à qualidade da água e à sustentabilidade dos recursos naturais da região. Portanto, a análise do histórico de uso e ocupação da terra e as mudanças na cobertura vegetal são fundamentais para entender os desafios ambientais atuais e para planejar ações de conservação e manejo sustentável na bacia hidrográfica do Reservatório de Furnas.

O projeto Mapbiomas é uma iniciativa colaborativa que utiliza imagens de satélite para mapear a cobertura e uso da terra no Brasil, fornecendo dados detalhados e atualizados anualmente. Este projeto reúne diversas instituições, especialistas e pesquisadores, oferecendo uma plataforma para monitoramento ambiental, planejamento sustentável e políticas públicas. Utilizando os dados do projeto Mapbiomas, foi possível observar as mudanças no uso e cobertura do solo num período de 37 anos (1985-2022) e entender as principais alterações nos últimos anos. A pecuária de leite e carne era uma atividade influente na região nas décadas de 70 e 80. No entanto, nas últimas décadas, o avanço do agronegócio para áreas com maiores aptidões para criação bovina, deixou muitas áreas de pastagens subutilizadas, que posteriormente foram convertidas para agricultura e em menor área para silvicultura ou restauradas. Na figura 5, podemos observar que os municípios lindeiros ao reservatório tiveram uma taxa de conversão maior dessas pastagens em áreas agrícolas, seja devido à disponibilidade hídrica do reservatório, seja pela aptidão agrícola e condições edafoclimáticas da região.

Proporção de área na paisagem

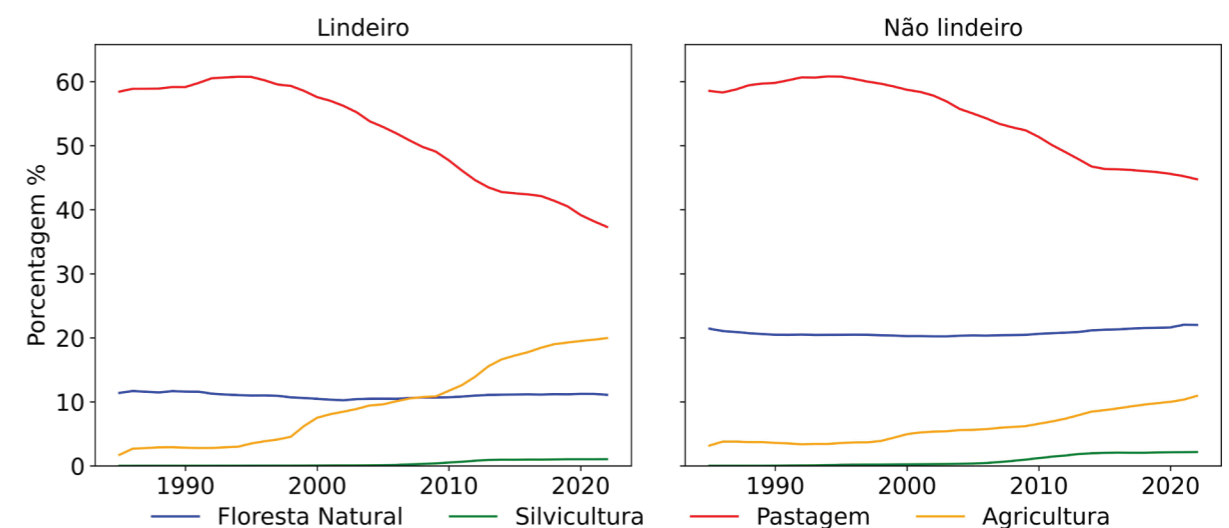


Figura 5 - Histórico do uso e ocupação solo (1985-2022) nos municípios lindeiros e não-lindeiros ao reservatório de Furnas.

UFMGames - Roda a roda: o impacto de nossas decisões

Objetivo do Jogo

Promover a conscientização e compreensão das complexas interações entre o uso da terra em microbacias de ecossistemas aquáticos, incentivando práticas sustentáveis entre jovens e crianças através de experiência educativa e lúdica.

Justificativa

O jogo visa envolver os jogadores em uma jornada interativa e educativa, onde eles exploram virtualmente como suas escolhas no uso da terra afetam diretamente os ecossistemas aquáticos. Ao tomar decisões estratégicas e aprender com as consequências de suas ações, os jogadores são incentivados a adotar comportamentos sustentáveis e responsáveis, contribuindo para a conservação ambiental tanto no jogo quanto na vida real.

Público Alvo

Crianças e Jovens do 6º ao 9º ano do ensino Fundamental II - faixa etária entre 12 e 14 anos.

Descrição do Jogo

Os jogadores são imersos em um ecossistema aquático natural, simbolizando um rio e sua microbacia de entorno, onde encontrarão uma variedade de situações que podem ser positivas (boas condições ambientais) ou negativas (impactos humanos). Um exemplo de situações que podem ser utilizadas está representado na Figura 6 onde as positivas* estão marcadas com setas azuis e as negativas** estão marcadas com setas vermelhas.

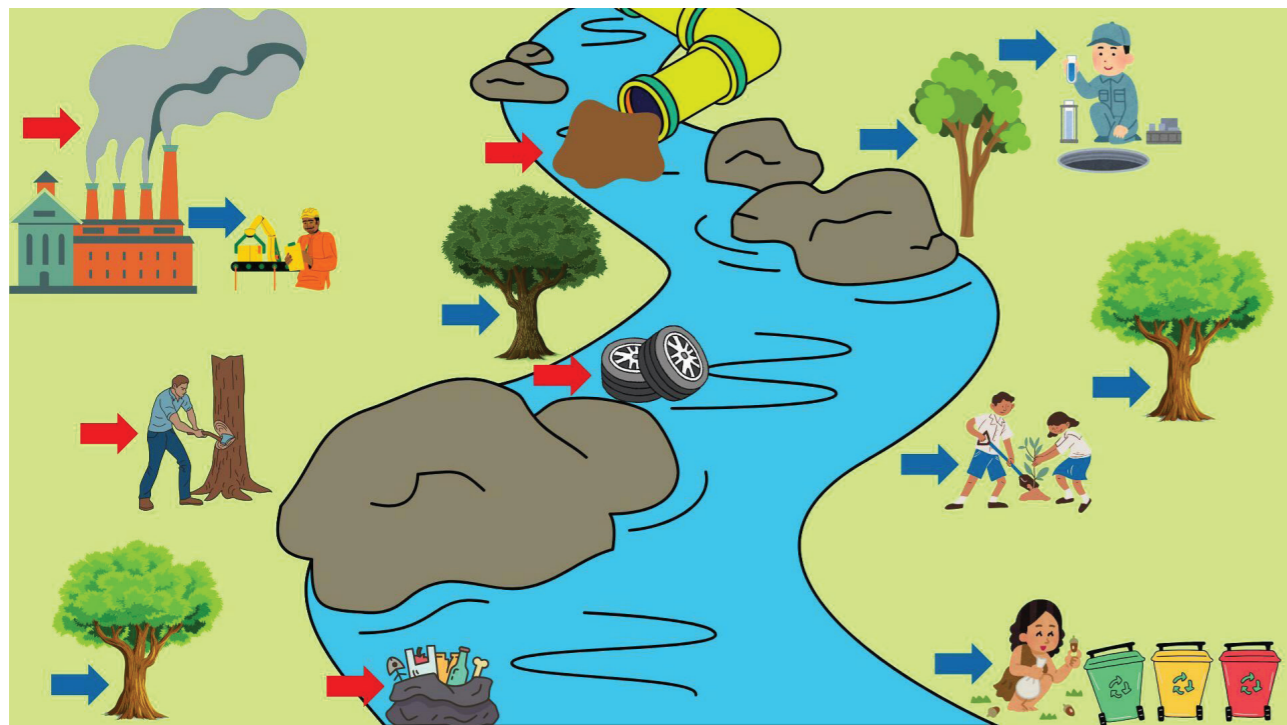


Figura 6 - Ecossistema aquático com representação de situações positivas (setas azuis) e negativas (setas vermelhas).

* manutenção de mata ciliar, revegetação, destino adequado do lixo, tratamento de esgoto/água, fiscalização de empresas
 ** indústrias inadequadas, desmatamento, esgoto in natura, destino de lixo inapropriado.

Para começar, os participantes rodam uma ROLETA, composta por uma lista de possíveis situações, conforme Figura 7A. Ao GIRAR a roleta, uma situação é selecionada, o próximo passo é o jogador definir se esta deve ser eliminada (negativa) ou mantida (positiva) (Figura 7B).

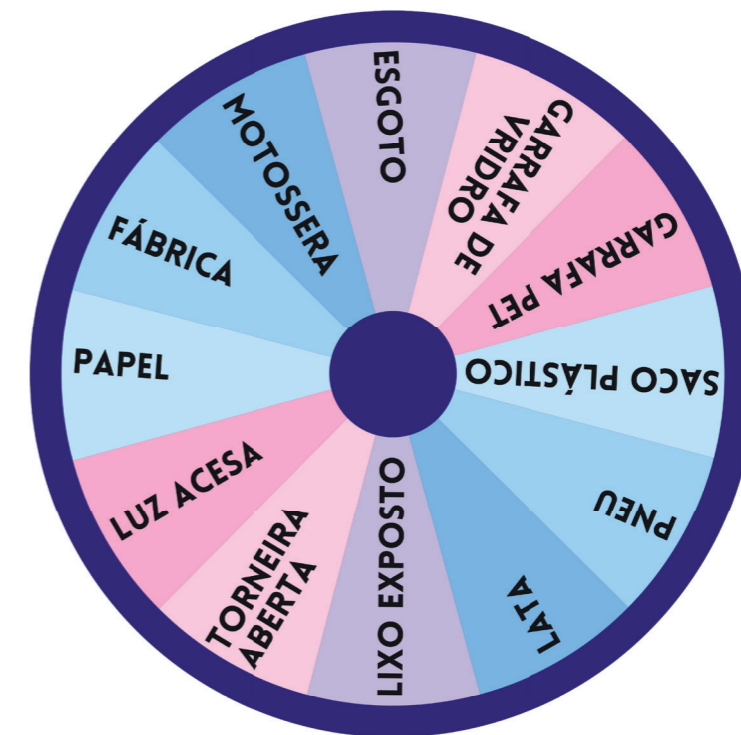


Figura 7 - Roleta onde serão indicadas situações positivas e negativas. Ao girá-la, uma situação é indicada pela seta (selecionada) e o participante tem a opção de eliminar (negativas) ou manter (positivas) estas situações no jogo.

O objetivo do jogo é alcançado quando todos os eventos negativos são eliminados e os positivos são mantidos. Para incentivar uma competição saudável e promover o equilíbrio ecológico, o tempo necessário para resolver cada problema ambiental é cronometrado, resultando em um "ranking" onde menos tempo equivale a uma melhor posição.

LEITURAS COMPLEMENTARES

França, J.S. & Callisto, M (2019) Monitoramento participativo de rios urbanos por cientistas-cidadãos. Belo Horizonte: Juliana Silva França. 284p.

França, J.S.; Moreira, G.; Firmiano, K.; Martins, I (2020) A água desse rio é boa? Quem vive nele te conta. www.monitoramento-participativo.webnode.page. Acesso em 25 de jul. de 2024

Manzatto, C. V.; Freitas Júnior, E. de; Peres, J. R. R (2002) Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. (5): 47-60.

Nações Unidas Brasil. Clima: Concentração de gases de efeito estufa na atmosfera atinge novo recorde em 2022. Disponível em: www.brasil.un.org/pt-br/252972-clima-concentra%C3%A7%C3%A3o-de-gases-de-efeito-estufa-na-atmosfera-atinge-novo-recorde-em-2022#:~:text=A%20abund%C3%A2ncia%20de%20gases%20de,acima%20da%20era%20pr%C3%A9-industrial. Acesso em 24 de jul. 2024.

WWF.Efeito estufa e mudanças climáticas. Disponível em: www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/efeitoestufa_e_mudancasclimaticas/. Acesso em 25 de jul. de 2024.

PROPOSTA **2**

TURISMO SUSTENTÁVEL

BASE CONCEITUAL

Existe diferença entre os termos Ecoturismo e Turismo Sustentável. EcoTurismo é o turismo que tem como objetivo preservar a natureza, podendo ser chamado de turismo ecológico. Geralmente está fundamentado em dois pilares da sustentabilidade: ambiental e econômico. Por outro lado, um exemplo de turismo sustentável é viajar e explorar um destino, causando um impacto positivo no meio ambiente, na sociedade e na economia, ou seja, engloba os três pilares da sustentabilidade, como mostrado na figura 8. O objetivo é reduzir os efeitos negativos do turismo enquanto melhora o bem-estar das comunidades locais e preserva o patrimônio natural e cultural da área. Os princípios chaves do turismo sustentável são:

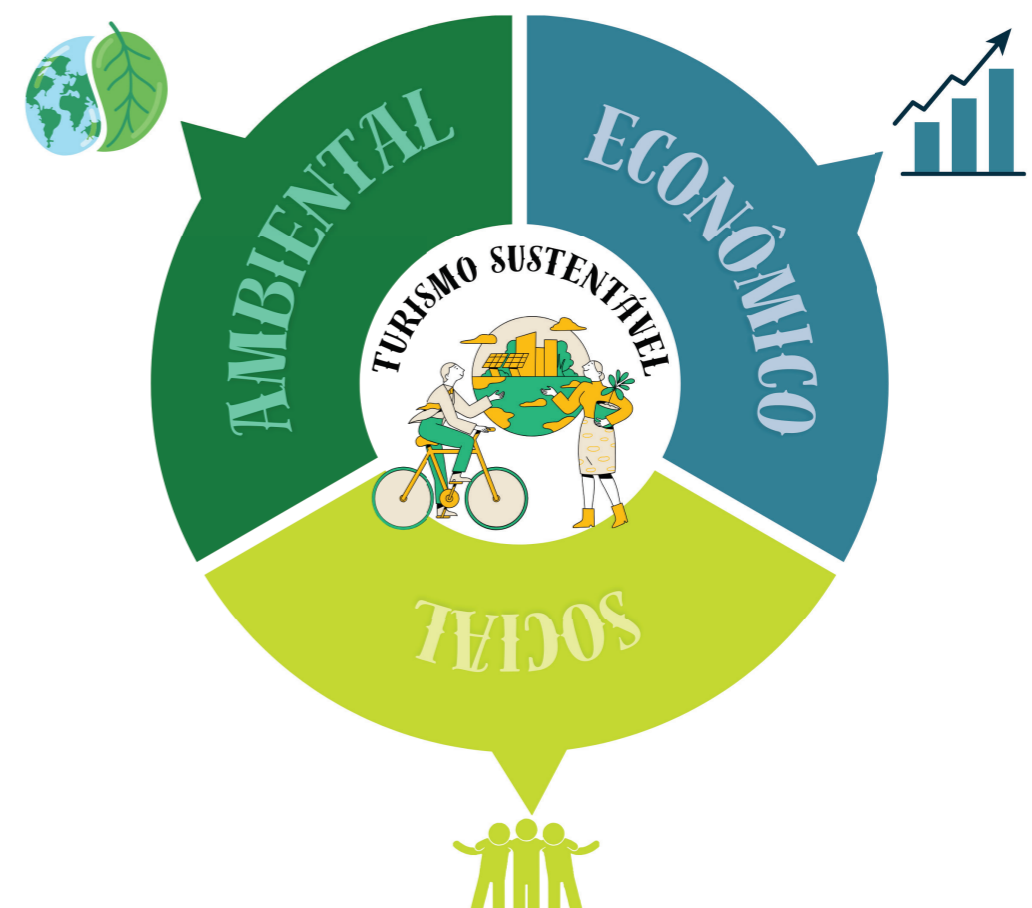


Figura 8 - Os três pilares do turismo sustentável: ambiental, econômico e social.



Responsabilidade Ambiental:

significa diminuir o impacto ambiental de atividades turísticas. Envolve práticas como redução da produção de lixo, conservação de água e energia, proteção de habitats naturais e incentivo no uso de transporte sustentável.



Respeito Cultural:

O turismo sustentável destaca a importância de respeitar e preservar as culturas e tradições locais. Isso significa estar ciente das diferenças culturais, apoiar artesãos e empresas locais e participar de atividades culturais de maneira respeitosa e responsável.



Benefícios Econômicos para Comunidades Locais:

O turismo sustentável busca garantir que os ganhos econômicos do turismo sejam distribuídos de forma justa dentro da comunidade local. Isso inclui apoiar negócios locais, criar empregos e apoiar projetos de desenvolvimento comunitário.



Educação e conscientização:

Consiste em ensinar turistas e a comunidade local sobre práticas sustentáveis e a importância de proteger o meio ambiente e as características culturais. Isso pode ajudar a criar um senso de responsabilidade e encorajar comportamentos mais sustentáveis.



Planejamento e gestão de longo prazo:

O turismo sustentável precisa de um planejamento e gestão cuidadosos para garantir que as atividades turísticas não sobrecarreguem o meio ambiente e as comunidades locais. Isso inclui estabelecer limites para o número de visitantes, administrar recursos com sabedoria e acompanhar os impactos do turismo ao longo do tempo.

Box 1 - Aspectos importantes do turismo sustentável.

No geral, o turismo sustentável busca equilibrar as necessidades dos turistas, do meio ambiente e das comunidades locais, garantindo que o turismo possa ser apreciado hoje e futuramente, sem causar impactos negativos duradouros.

UFMGames - EcoPioneiros: Construindo um Turismo Sustentável

Objetivo do Jogo

Conscientizar e destacar a importância do turismo sustentável.

Público-alvo

Faixa etária acima de 13 anos.

Descrição do Jogo

O nosso jogo será como um jogo de construção, ou seja, o objetivo da pessoa é construir uma estadia sustentável. O material do jogo é o mapa do Reservatório de Furnas, 6 peões, 1 dado referente aos itens de construção com 12 lados e um dado referente a mudanças climáticas com 6 lados.

Inicialmente, o jogador recebe um mapa da área do Reservatório de Furnas e joga o dado de 12 lados a cada rodada.

Cada hospedagem é simbolizada por uma tampinha de pet, então os jogadores inserem suas hospedagens no local escolhido do mapa. Então o jogo começa, cada jogador rola o dado e aprimora sua hospedagem conforme os itens dispostos no dado.

A cada 5 rodadas o dado de Mudanças Climáticas deve ser jogado e todo o grupo deve discutir sobre os possíveis prejuízos dos problemas ambientais.

Então os jogadores continuam a jogar e deverão compreender as dificuldades dos problemas climáticos para manter um empreendimento de turismo sustentável, compreendendo a importância de conservar antes de os danos ocorrerem. Ademais, será possível entender itens básicos de locais sustentáveis.

O jogo acaba quando os jogadores tiverem acabado as suas hospedagens. Cada hospedagem deve ter: reciclagem, compostagem, parede, teto, chão, banheiro, cozinha, quarto, produtos de limpeza eco, energia, reutilização de água, loja para produtos locais,

Os problemas das mudanças climáticas são: enchentes, secas extremas, queimadas, falta de energia.

LEITURAS COMPLEMENTARES

Texto explicando sobre a diferença entre Ecoturismo e Turismo Sustentável: <https://blog.penatrilha.com.br/entenda-as-diferencas-entre-ecoturismo-e-turismo-sustentavel/>

Texto sobre como as mudanças do clima afetam o turismo: <https://unicamp.br/unicamp/ju/586/em-favor-dos-multiplos-usos-da-agua>

PROPOSTA

3

INVASÕES BIOLÓGICAS

BASE CONCEITUAL

Invasão biológica é o processo de entrada de uma espécie em um local fora de seu habitat de ocorrência natural. Para entender melhor como isso acontece, suas causas e efeitos, é importante compreender três termos principais: espécie nativa, espécie não nativa e espécie invasora.

Espécie nativa, também chamada de silvestre, é toda espécie de organismos vivos que vive naturalmente em uma região ou ecossistema e está bem adaptada às características desse lugar. Por exemplo, o Lambari (*Astyanax lacustris*, Figura 9A) é nativo no reservatório de Furnas, ou seja, ela ocorre de forma natural neste local.

Espécie não nativa é toda espécie que se estabelece em um lugar em que não vive naturalmente, isso porque foi introduzida acidental ou intencionalmente em um novo ecossistema. Por exemplo, a piaba (*Knodus moenkhausii*, Figura 9B) é uma espécie não nativa encontrada no reservatório de Furnas, visto que naturalmente é encontrada apenas na bacia do rio Paraguai.

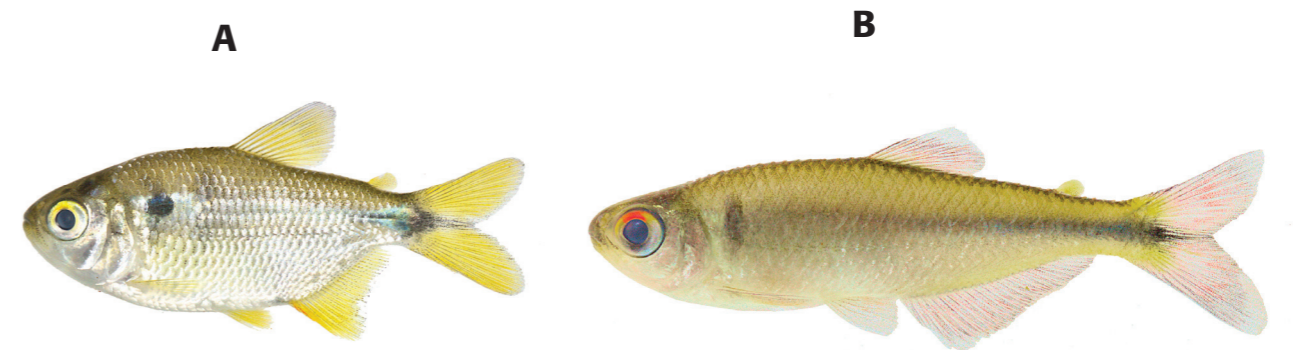
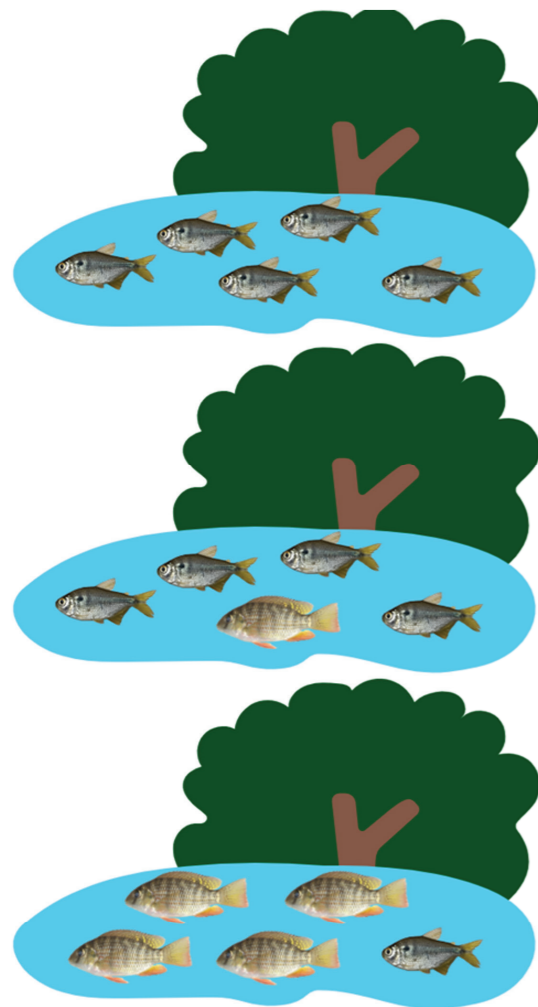


Figura 9 - Espécies de peixes encontradas no reservatório da UHE Furnas: (A) nativa (*Astyanax lacustris*, "lambari do rabo amarelo") e (B) não nativa (*Knodus moenkhausii*, "piaba"). Fonte: Projeto IBI UHE Furnas.

Portanto, uma espécie é considerada nativa quando é encontrada no local onde vive naturalmente, enquanto uma espécie não nativa, é aquela encontrada fora de sua área de ocorrência natural.

Ao chegar em um novo ecossistema, a espécie não nativa pode ter sucesso na colonização, adaptação e reprodução, ocupando novos locais no ecossistema e causando impactos ambientais e econômicos. Nesse caso ela passa a ser chamada de espécie invasora. Espécies invasoras são, portanto, aquelas espécies não nativas que avançam sobre as espécies nativas e ameaçam habitats naturais gerando impactos ambientais, econômicos, sociais e culturais. Mas fique atento! Nem todas as espécies não nativas são consideradas invasoras, afinal muitas delas não conseguem se adaptar ao novo ambiente e acabam não se estabelecendo. Confira na Figura 10 um resumo desses conceitos.



Espécie nativa: É aquela original do próprio ambiente, adaptada às condições locais.

Espécie não nativa: É aquela que se estabelece para além da sua área de distribuição natural, após ser introduzida intencionalmente ou não.

Espécie invasora: É a espécie não nativa que avança sobre as populações locais e gera impactos ambientais e socioeconômicos.

Figura 10 - Representação de espécies de peixes nativas, não nativas e invasoras em um lago. Nesta figura estão presentes a espécie nativa *Astyanax lacustris* (Lambari-do-rabo-amarelo) e a espécie não nativa e invasora *Coptodon rendalli* (Tilápia da barriga vermelha), no reservatório da UHE Furnas.

Como vimos, a distribuição das espécies invasoras em uma determinada região não acontece espontaneamente, certo? As espécies exóticas são acidental ou intencionalmente inseridas em um meio. A invasão é favorecida por semelhanças ambientais entre o local de origem e o introduzido e características como altas taxas de reprodução. Interações nas cadeias alimentares também podem conferir vantagens, ou seja, se a espécie não possui predadores naturais no novo ambiente, isso facilita sua instalação. O esquema ilustrado na Figura 11 demonstra as fases do processo de introdução

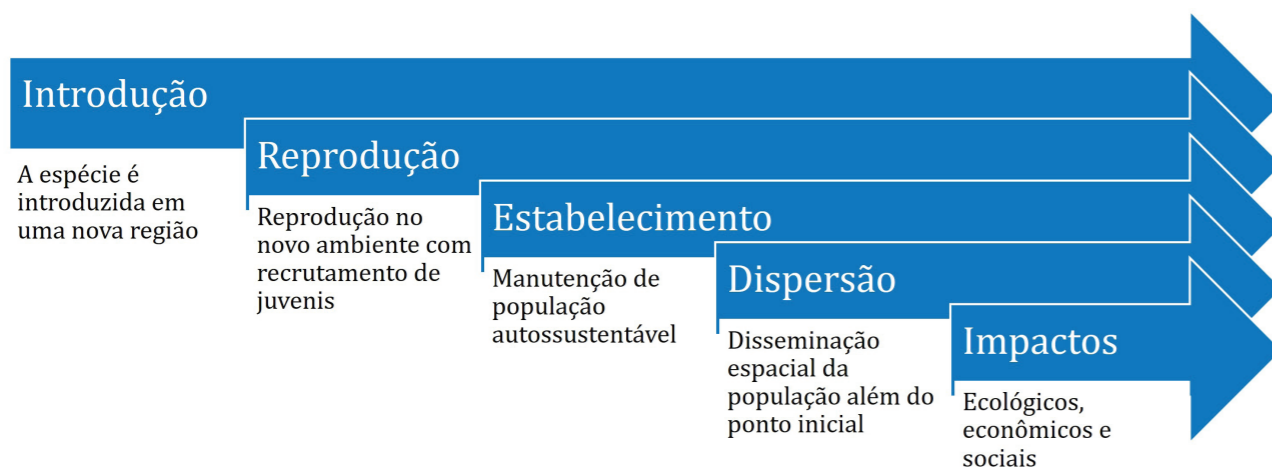


Figura 11 – Etapas de processo de invasão biológica.

O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), um dos moluscos invasores mais conhecidos no Brasil, é um exemplo de um animal com algumas dessas características (Figura 12). Natural do sudeste asiático, esse mexilhão foi acidentalmente trazido à América do Sul na década de 1980, na água de lastro de navios. As larvas são transportadas em na água e os adultos se fixam em qualquer tipo de substrato. Eles se reproduzem rapidamente e não têm predadores naturais nos ecossistemas aquáticos brasileiros. Esses organismos também apresentam alta tolerância a fatores ambientais como variações de temperatura, concentração de oxigênio e salinidade da água. Devido a essas características, o mexilhão-dourado pôde se adaptar e se espalhar. Hoje ele é encontrado em boa parte do território brasileiro, inclusive no reservatório de Furnas.



Figura 12 - Exemplar de mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), espécie invasora no Brasil.

A invasão biológica é a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo, atrás apenas da perda de habitats. Quando espécies não nativas invadem um novo ecossistema, elas competem pelos mesmos recursos que as espécies nativas, como alimento e espaço. Com isso, as espécies nativas ficam em desvantagem e acabam, muitas vezes, sendo até extintas. Além disso, as espécies invasoras muitas vezes não desempenham o mesmo papel ecológico que as nativas, o que gera desequilíbrio nas cadeias alimentares no ecossistema.

Além dos danos ao ecossistema, as espécies invasoras também estão relacionadas a prejuízos econômicos. No caso do mexilhão-dourado, que é um animal filtrador, pode acumular metais pesados e substâncias tóxicas que posteriormente serão consumidas pelos peixes e podem atingir a população humana que se alimenta de pescado. Estudos realizados nos Estados Unidos, Reino Unido, Austrália, África do Sul, Índia e Brasil indicam que a invasão por animais, plantas e microrganismos é responsável por um prejuízo anual de US\$336 bilhões. O mexilhão-dourado, por exemplo, causa uma série de impactos associados em empresas do setor hidrelétrico, como por exemplo o entupimento de filtros em usinas hidrelétricas e estações de tratamento de água, o que leva à necessidade de parar as turbinas e resulta na diminuição da geração de energia hidrelétrica.

As espécies invasoras também têm implicações na saúde humana. O mosquito da dengue (*Aedes aegypti*), por exemplo, é originário da África e foi disseminado acidentalmente pelo ser humano. No Brasil há registros de 476 espécies exóticas invasoras, das quais 268 de animais e 208 de plantas e algas, presentes em todos os biomas, sendo a Mata Atlântica a mais afetada e a Amazônia com presença em menor escala (BPBES, 2024). Os problemas associados estão sintetizados na Figura 13.

A introdução de plantas, animais e outros organismos além de sua área de distribuição natural tem sido cada vez mais comum por meio do transporte, comércio, viagens e turismo entre diferentes regiões. Cada espécie invasora exige medidas distintas para controle. Quanto mais uma espécie se espalha, mais difícil é lidar com ela. Por isso, é mais eficaz prevenir ou agir rapidamente no início para controlar uma invasão.

A invasão não ocorre somente entre países. Se você trazer uma árvore da Amazônia para a Mata Atlântica, ela vai ser invasora da Mata Atlântica, mesmo que ambos os biomas estejam em território brasileiro. O melhor é não transportar espécies de um lugar para outro. Por exemplo, “eu vou passear na casa da vovó, vejo uma planta linda e levo para o meu outro Estado”. Sim, essa planta pode criar um problema! Se não for ela, podem ser os insetos ou microrganismos que vivem associados a ela. O mesmo conselho serve para os animais, que não devem ser soltos na natureza.

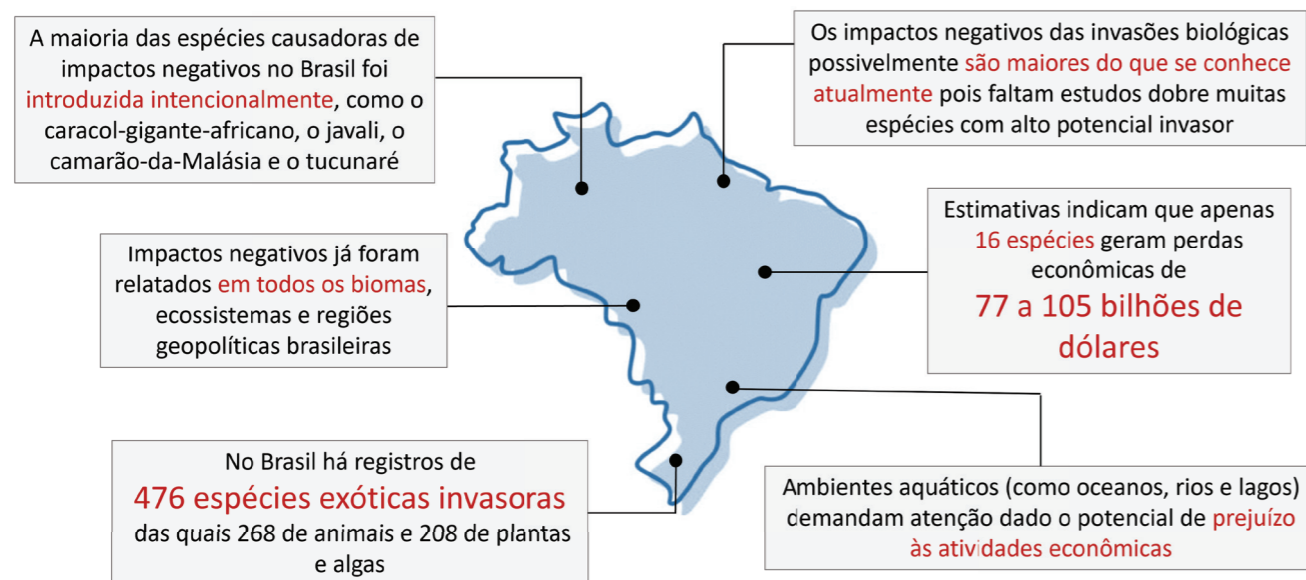


Figura 13 - Esquema resumido dos impactos associados às invasões biológicas no Brasil. Fonte: Projeto IBI UHE Furnas & UFMG.

De forma geral, a prevenção deve ser a prioridade no combate às invasões biológicas. Isso inclui criar leis e regulamentos específicos, divulgar informações científicas e promover a quarentena de material trazido de outros locais, detectar precocemente, monitorar e remover rapidamente os indivíduos encontrados. Nos casos em que a introdução é evidente, deve-se realizar o manejo, a contenção e o controle de espécies. Junto a essas medidas, também é preciso investir na restauração dos ecossistemas afetados.

O governo brasileiro segue várias diretrizes para combater invasões biológicas. Entre elas destacam-se a Convenção Sobre Diversidade Biológica (CDB), a Convenção Internacional sobre Controle e Gestão de Água de Lastro e Sedimentos de Navios, a Convenção Internacional de Proteção de Plantas e a Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Silvestres. Além disso, existe o “Projeto Pró-Espécies: todos contra a extinção” com estratégias nacionais para conter espécies invasoras, elaborado pelo IBAMA.

No Brasil, o Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental possui uma base de dados sobre espécies exóticas invasoras em território nacional, oferecendo informações valiosas para gestão pública, pesquisas científicas e ações de manejo, além de divulgação ao público em geral.

Algumas formas de colaborar são:

- Não solte ou abandone animais de estimação em parques, florestas ou outros ambientes naturais e não plante espécies não nativas nesses lugares.
- Não jogue o conteúdo de aquários em rios, mares, lagoas ou açudes.
- Ao visitar um ambiente, não leve nenhuma espécie, nem mesmo sementes e bulbos, como lembranças.
- Informe-se sobre as espécies invasoras que mais afetam sua região e veja se há atividades programadas na unidade de conservação mais próxima de você, consultando órgãos ambientais locais.
- Preferir ter plantas nativas em casa, pois isso contribui para a dispersão de suas sementes em áreas próximas.
- Ajude a informar outras pessoas sobre os impactos que as invasões biológicas causam.

INFORMAÇÕES DO PROJETO IBI UHE FURNAS & UFMG

Pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal de Lavras (UFLA), junto ao projeto IBI UHE Furnas, vêm trabalhando para identificar e mapear as espécies invasoras no reservatório da UHE Furnas e em sua bacia de drenagem. Por meio de coletas realizadas em 57 pontos no reservatório e 40 riachos na bacia de drenagem (ao longo de 35 km de buffer no entorno do reservatório) nos anos de 2023 e 2024, foram identificadas 17 espécies invasoras, sendo 3 de moluscos, 2 de camarões, 1 de caranguejo e 11 espécies de peixes. Conheça elas a seguir:

Moluscos

Limnoperna fortunei (mexilhão dourado) - encontrado no reservatório de Furnas em locais próximos à barragem e às cidades de Guapé e Cristais e em um riacho na cidade de Carmo do Rio Claro. Originário da China, quando invade ecossistemas aquáticos causa alteração nas características do habitat como aumento da transparência da água pela intensa atividade de filtração, cobertura dos substratos por aglomerados da espécie, aumento na disponibilidade de nutrientes por meio da liberação de fezes e pseudofezes e desequilíbrio das teias tróficas aquáticas. A presença do mexilhão-dourado resulta também em perdas econômicas pois podem causar danos estruturais a equipamentos de empresas do setor elétrico, entupimento de bombas e canos de captação de água, bio incrustação em redes e tanques de piscicultura, danificando o casco de barcos.

Melanoides tuberculata (caramujo trombeta) - encontrado no reservatório da UHE Furnas em locais próximos à barragem, às cidades de Pontal e Carmo do Rio Claro e nos riachos próximos à cidade de Alfenas. Originário do leste da África e sudeste da Ásia, esta espécie pode causar alterações da estrutura e funcionamento de ecossistemas, além de desequilíbrio nas teias tróficas. Em países orientais, foi relatado que *M. tuberculata* pode ser hospedeiro intermediário de vermes Platyhelminthes Trematoda, incluindo a espécie *Clonorchis sinensis*, que causa clonorquíase, uma infecção que afeta o fígado.

Physa acuta (physa americana ou caracol de girino) - encontrada nos riachos próximos às cidades de Campos Gerais, Poço Fundo, Carmo do Rio Claro e Boa Esperança. Originário da América do Norte, pode causar alterações na estrutura e funcionamento de ecossistemas, bem como desequilíbrios nas teias tróficas.

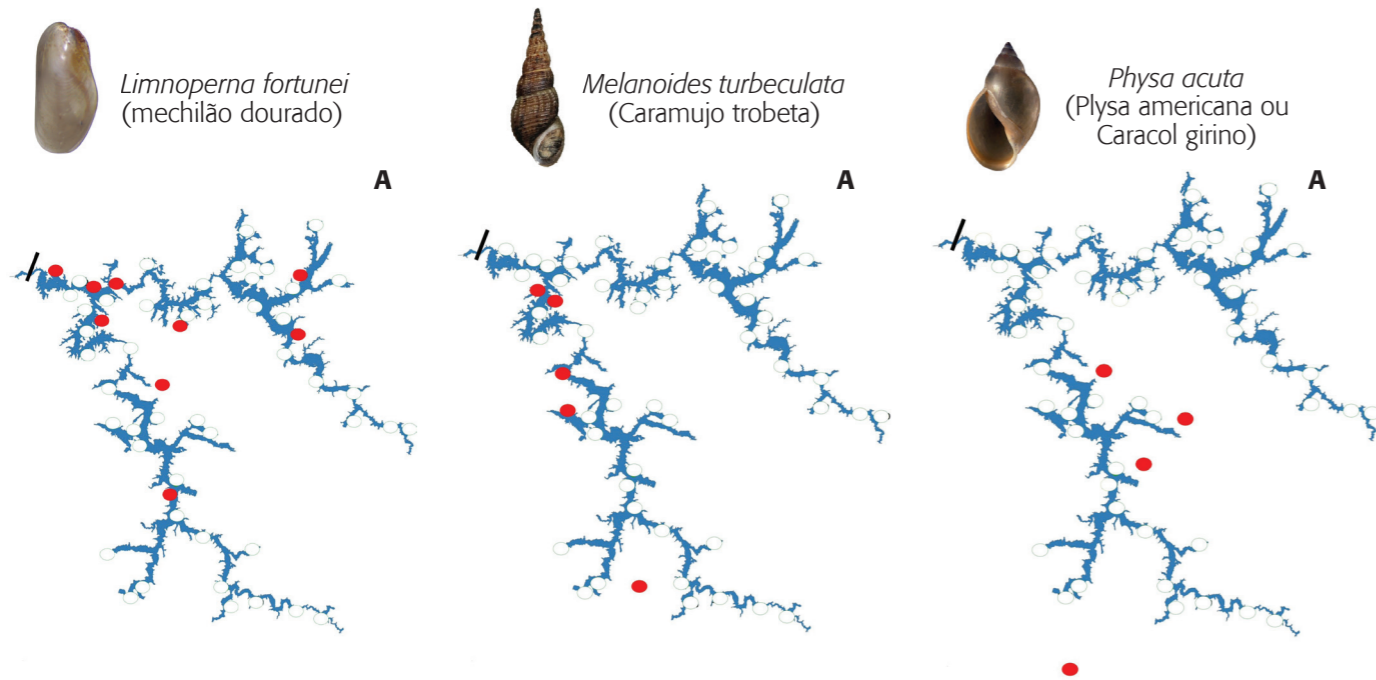


Figura 14 - Distribuição de espécies de moluscos invasores no lago da UHE Furnas e em sua bacia de drenagem.

Fonte: Projeto IBI UHE Furnas.

Crustáceos

Os camarões dulcícolas do gênero *Macrobrachium* pertencentes à família Palaemonidae são considerados um dos grupos mais diversos da ordem Decapoda, com aproximadamente 240 espécies descritas globalmente. No Brasil, são registradas 18 espécies desse gênero, entre elas, *Macrobrachium pantanalense* e *Macrobrachium amazonicum*, que possuem ampla plasticidade ecológica. Essa plasticidade permite que essas espécies se adaptem a diversas condições ambientais, facilitando o seu processo de invasão biológica em novos habitats.

Macrobrachium pantanalense (camarão do pantanal) – esta espécie é encontrada na região litorânea de todo o reservatório da UHE Furnas. Originário do pantanal, *M. pantanalense* pode causar alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, além de provocar desequilíbrios nas teias tróficas. A introdução desse camarão em outros ambientes pode levar à competição com espécies nativas por recursos como alimento e espaço.

Macrobrachium amazonicum (camarão da Amazônia) – é encontrado na região litorânea do reservatório da UHE Furnas especialmente em locais próximos à barragem e às cidades de Aguanil e Boa Esperança. Originário da Amazônia, esta espécie pode causar alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, contribuindo para o desequilíbrio nas teias tróficas. Sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e sua alta taxa de reprodução aumentam o risco de invasão e a competição com espécies nativas.

Dilocarcinus pagei (caranguejo) - encontrado no reservatório da UHE Furnas próximo às cidades de Jacutinga e Santo Hilário. No Brasil, essa espécie ocorre nos estados de Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Acre, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais. Mas, em São Paulo e Minas Gerais, sua ocorrência está associada à introdução acidental ou não. A introdução desta espécie em novos ecossistemas pode resultar em alterações na estrutura e funcionamento dos habitats aquáticos, além de causar desequilíbrios nas teias tróficas. A competição por recursos com espécies nativas e a predação de organismos locais são algumas das consequências que podem impactar a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas

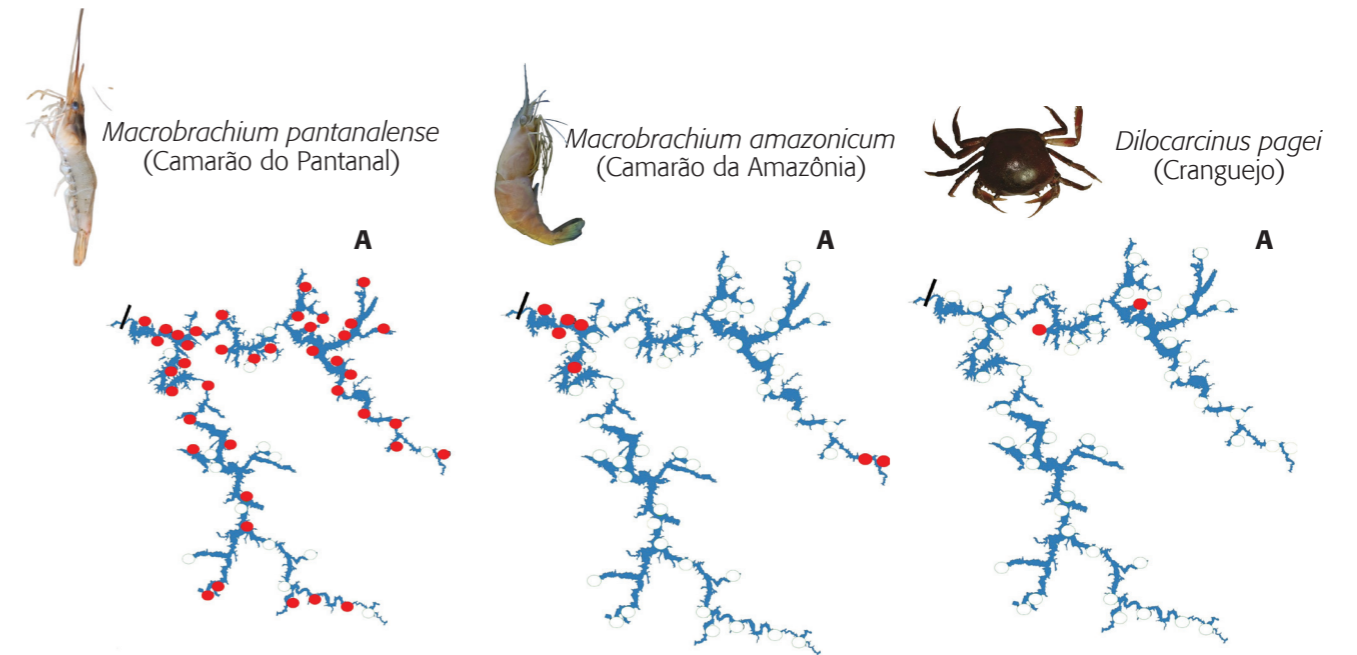


Figura 15 - Distribuição de espécies de crustáceos invasores no lago da UHE Furnas e em sua bacia de drenagem.

Fonte: Projeto IBI UHE Furnas & UFMG.

Peixes

Nas margens do reservatório da UHE Furnas foram coletadas diversas espécies nativas e não nativas de peixes, no entanto em alguns locais não houve capturas. Na figura 15, é possível observar que isso ocorreu na região mais próxima à barragem. Isso ocorreu devido às condições ambientais dessa região do reservatório. Nessa zona lacustre, as águas costumam ter menor concentração de nutrientes, além de ser uma região mais profunda, com elevada transparência e baixa correnteza. Sendo assim, a baixa disponibilidade de recursos alimentares (associada à baixa concentração de nutrientes) somada às condições não naturais para as espécies nativas (alta transparência e baixa correnteza) são algumas das principais razões para a ausência de peixes nessa região.

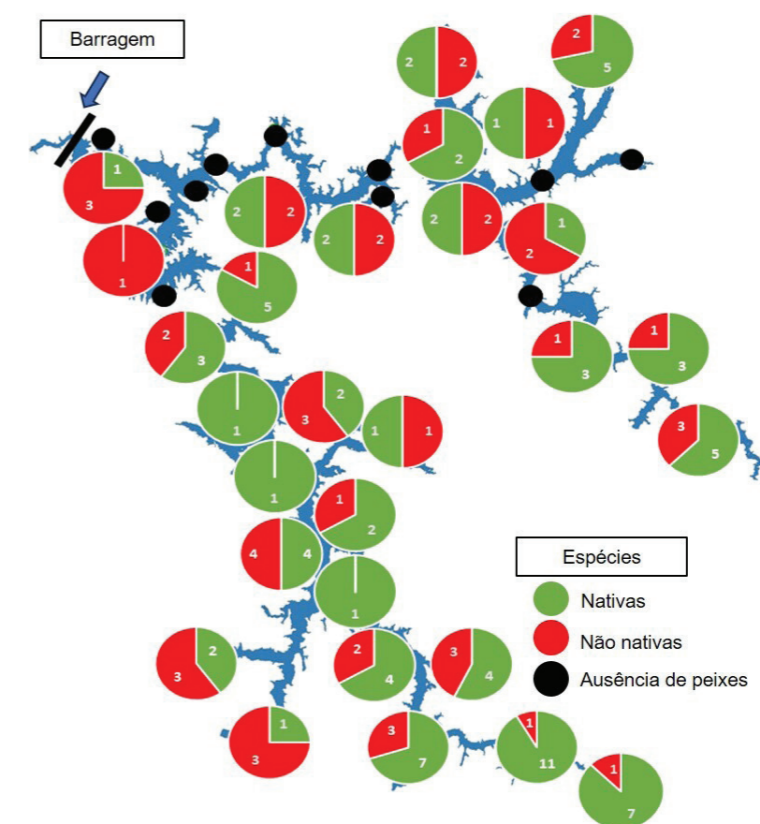


Figura 16 - Distribuição da riqueza de espécies nativas e não nativas de peixes no reservatório da UHE Furnas.

No geral, a maioria das espécies que foram capturadas no reservatório da UHE Furnas são generalistas, não migradoras e de pequeno porte. Isto também ocorre em diversos outros reservatórios do Brasil, que por serem ambientes altamente impactados, dificilmente abrigam espécies com necessidades de habitat mais refinadas, como é o caso das espécies que fazem migração reprodutiva. É interessante observar na figura 17 a distribuição espacial do lambari nativo *Astyanax lacustris* e das espécies não nativas *Knodus moenkhausii* (figura 18) e *Hyphessobrycon eques* (figura 19). Estas foram as espécies mais abundantes no reservatório da UHE Furnas, ou seja, são espécies que tiveram muitos indivíduos capturados. Tanto o lambari nativo como as duas espécies não nativas parecem estar compartilhando as mesmas regiões dentro do reservatório, ou seja, vivendo nos mesmos locais e possivelmente competindo por recursos.

Outro detalhe que chama a atenção é a diferença nas abundâncias destas espécies em cada local do reservatório: onde há elevadas abundâncias do lambari, não foi registrada a presença das espécies não nativas ou, se presente, elas foram menos abundantes. Isso pode ser um indício de que as características locais do reservatório podem estar favorecendo, em maior ou menor grau, a abundância de espécies nativas ou não nativas.

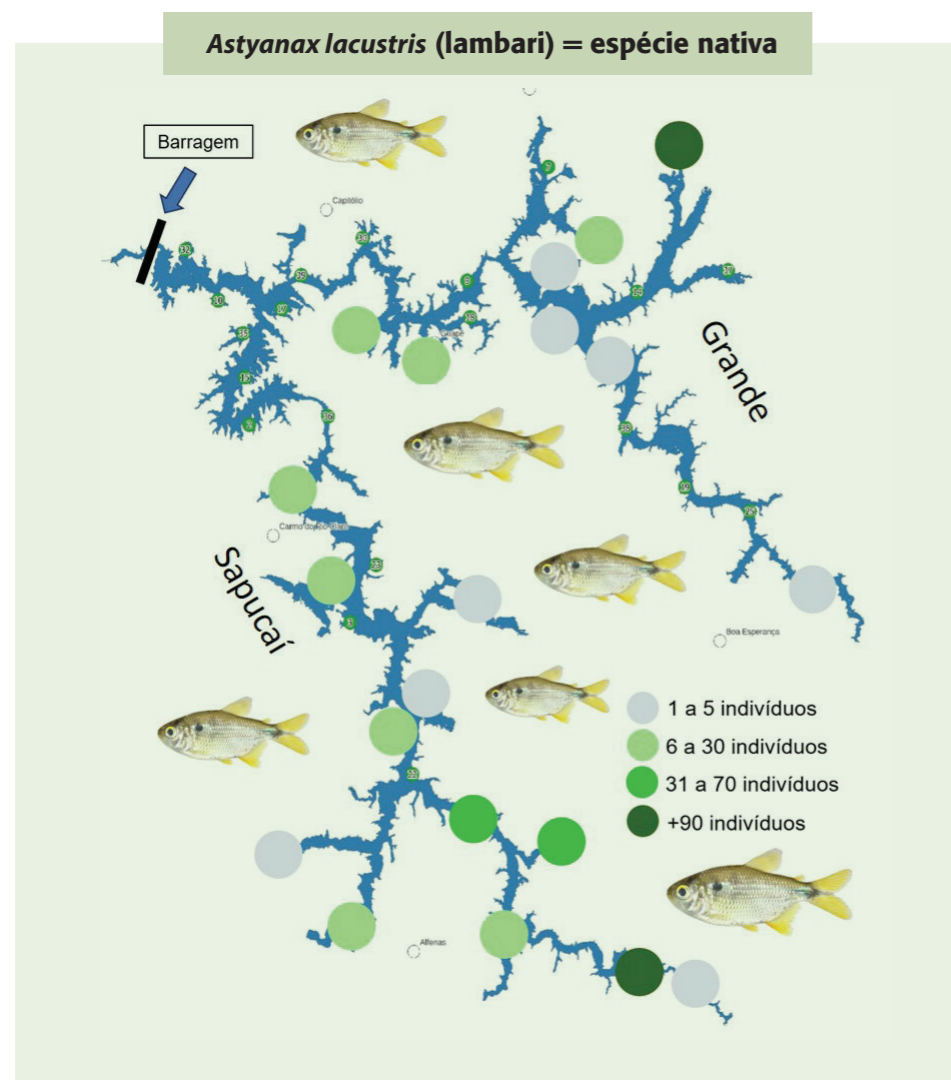


Figura 17 - Distribuição do lambari *Astyanax lacustris* (espécie nativa) no reservatório da UHE Furnas.

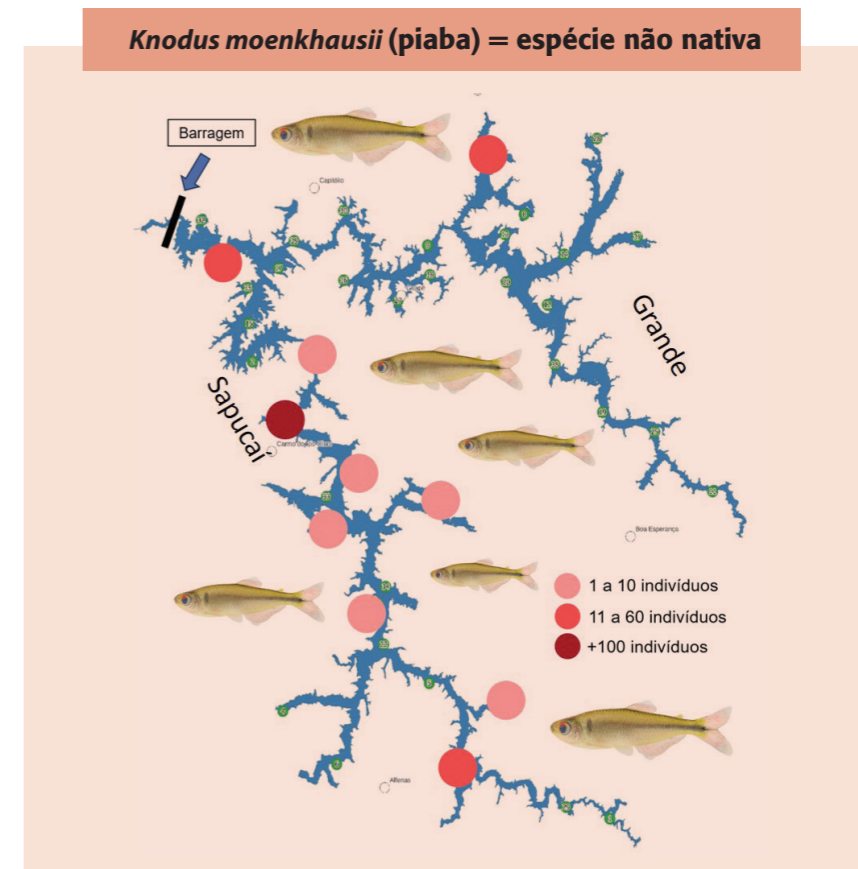


Figura 18 - Distribuição da da piaba não nativa *Knodus moenkhausii* no reservatório da UHE Furnas.

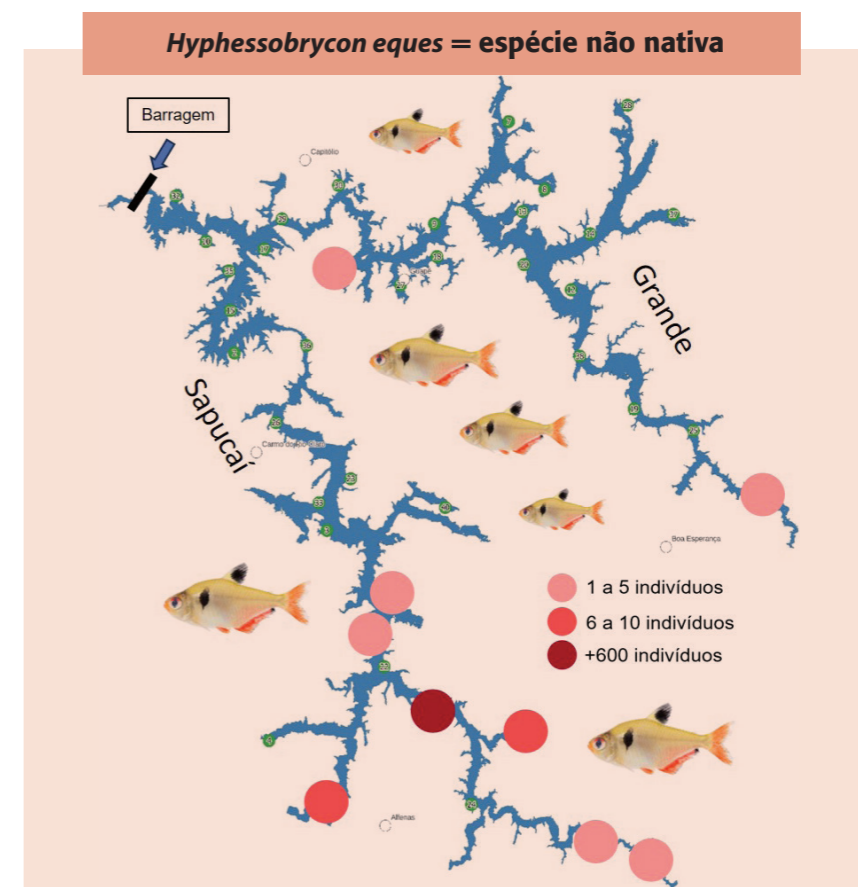


Figura 19 - Distribuição do peixe não nativo *Hyphessobrycon eques* no reservatório da UHE Furnas.

Além do *Knodus moenkhausii* e do *Hyphessobrycon eques*, também foram registradas diversas outras espécies não nativas no reservatório da UHE Furnas: tucunaré (*Cichla kelberi* e *Cichla piquiti*), pacu (*Metynnis lipincotiannus*) e sarapós (*Gymnotus pantanal* e *Gymnotus cf. paraguensis*) (Figura 20).

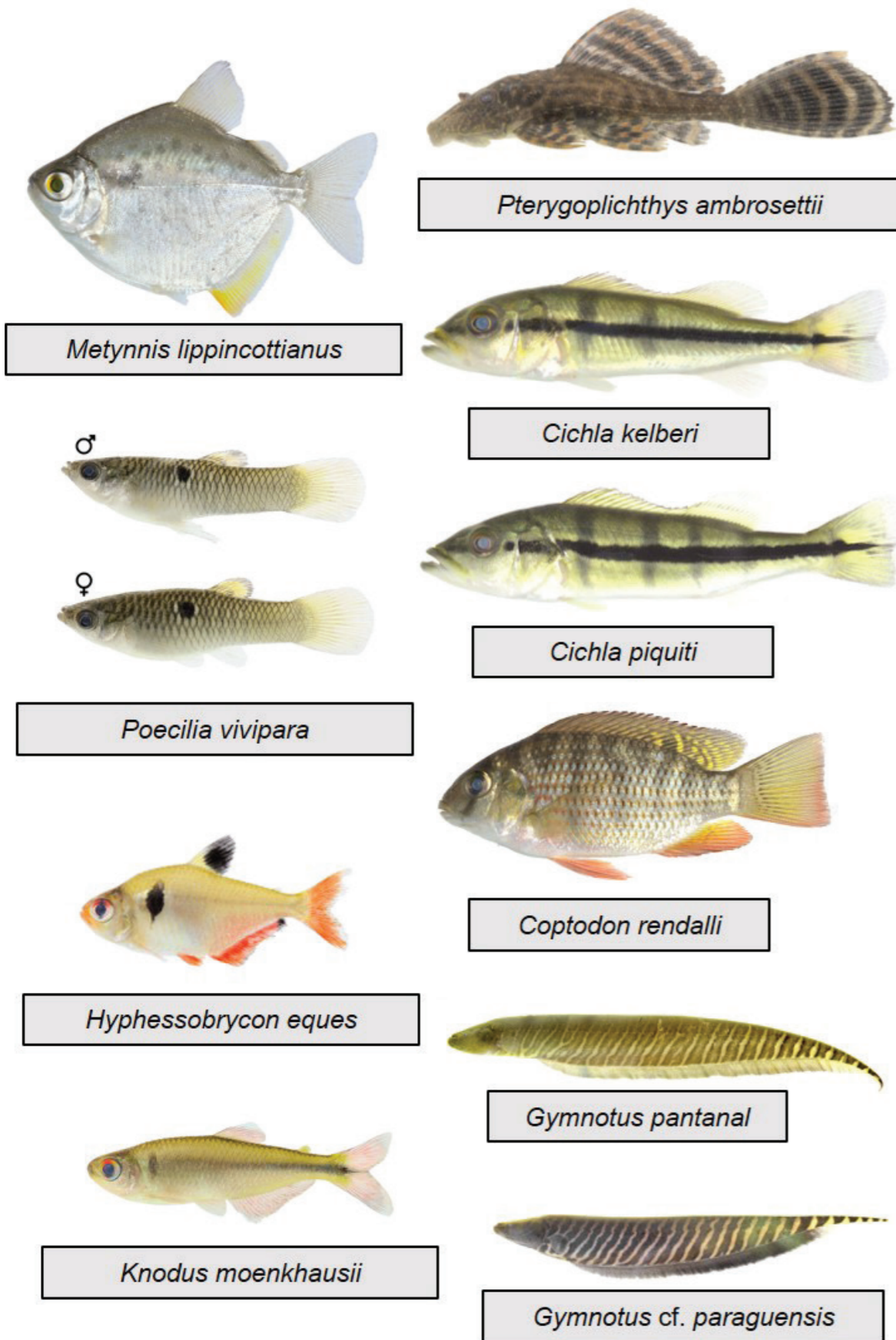


Figura 20. Lista das espécies não nativas de peixes no lago da UHE Furnas.

UFMGames - Quem sou eu? Espécies não nativas no reservatório de Furnas.

Objetivo

O jogo tem como objetivo aguçar a curiosidade do público e aumentar seu conhecimento sobre algumas espécies não nativas que ocorrem no reservatório da UHE Furnas, entendendo suas características, origem e problemas socio, ambientais e econômicos associados. Além de conhecer também alguns grupos de espécies nativas.

Público Alvo

Alunos de ensino médio, com faixa etária de 15 a 17 anos.

Descrição do Jogo

As cartas resposta (que contém as imagens) deverão ficar expostas sobre o tabuleiro para que todos os integrantes possam observá-las. As cartas perguntas deverão ficar em um monte, todas embaralhadas, sobre a mesa e viradas para baixo. A pessoa que iniciar o jogo deverá retirar a primeira carta do monte de cartas de perguntas. O jogador à sua direita deverá escolher um número de 1 a 8. A pessoa com a carta pergunta lerá então a dica correspondente e o jogador terá uma chance de acertar. Caso acerte deverá pegar para si a carta resposta com a imagem do organismo correspondente. Caso erre, o próximo jogador deverá escolher outro número e receber uma dica, tendo também uma chance de acertar. O jogo segue até que um jogador acerte.

Caso as pistas se esgotem e nenhum jogador tenha acertado, a carta pergunta deve permanecer com o dono e ser realizada uma nova tentativa após esgotarem todas as perguntas.

A cada rodada a pista deve ser lida por um jogador diferente. Ao final do jogo vence quem possuir mais cartas respostas.

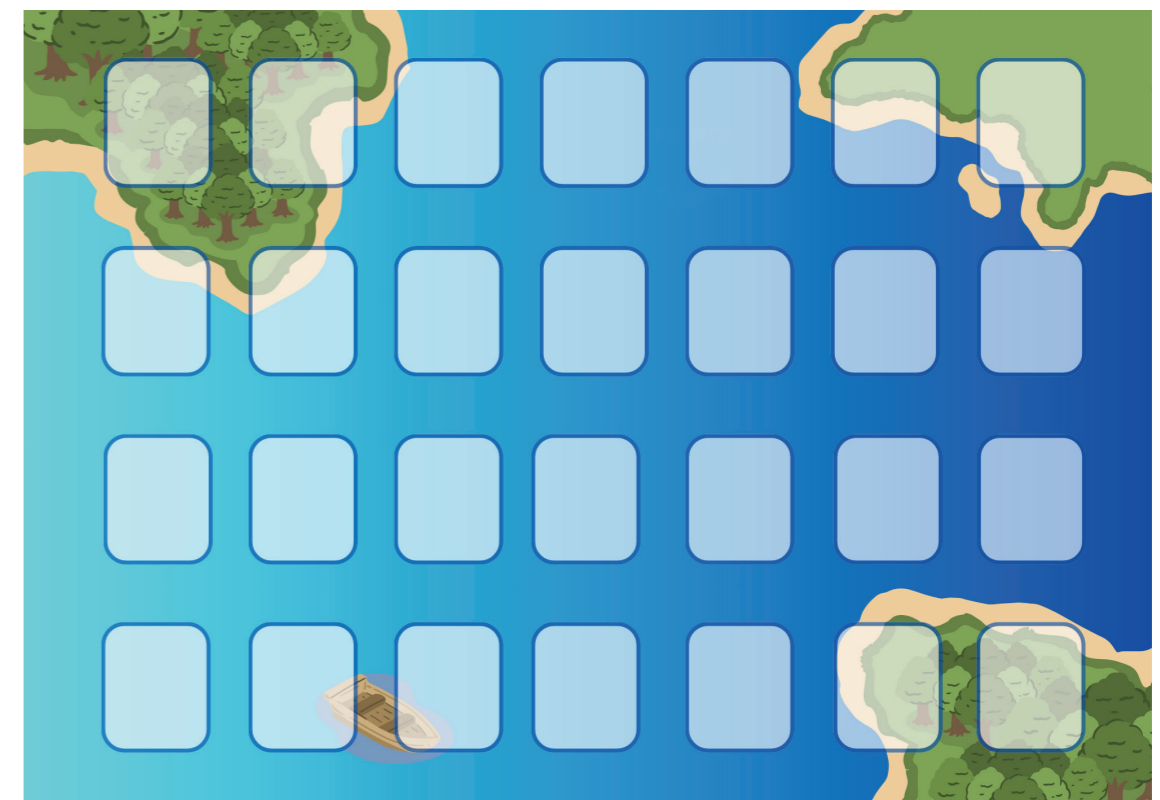
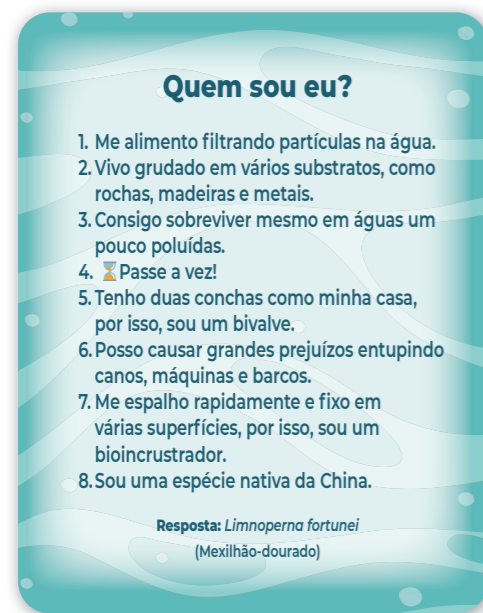


Figura 21. Tabuleiro do jogo "É de casa?".

Frente



Verso



Figura 22 - Exemplo de carta pergunta do jogo “É de casa?”

Frente



Verso



Figura 23 - Exemplo de carta resposta do jogo “É de casa?”

LEITURAS COMPLEMENTARES

Dechoum, M.S., Junqueira, A. O. R., ORSI, M.L. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos. 1a Ed. São Carlos: Editora Cubo; Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos - BPBES, 2024. P.6-48.
<https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap1>

IBAMA (Org.). Sobre as espécies exóticas invasoras. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras/sobre-as-especies-exoticas-invasoras>. Acesso em 29/07/2024.

IBAMA (Org.). Estratégia nacional para espécies exóticas invasoras- Projeto Pró-Espécies: Todos contra a extinção. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras/arquivos/2019/2019-estrategia_especies_exoticas_invasoras_folder_v2.pdf. Acesso em 29/07/2024.

PROPOSTA

4

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

BASE CONCEITUAL

Bem-vindos à nossa cartilha ABCDEcologia onde exploraremos juntos as mudanças globais e seus impactos em nosso planeta. As mudanças globais incluem alterações no clima (como temperatura e pluviosidade), usos da terra (desmatamento, monoculturas, pastagens e plantações de soja) e nutrientes (eutrofização de águas urbanas por lançamento de esgotos não tratados). Essas mudanças ocorrem em escala planetária, afetando a biosfera, as nascentes, os riachos de cabeceira, reservatórios e suas bacias hidrográficas, tendo consequências diretas no meio ambiente, na população humana e na economia mundial. O aquecimento global, por exemplo, é resultante do aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), principalmente devido às atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento.

As mudanças globais também têm profundos efeitos socioeconômicos. As alterações climáticas podem levar à escassez de recursos naturais, como água potável e alimento, agravando desigualdades sociais e econômicas. Eventos climáticos extremos, como furacões, secas e inundações, estão se tornando cada vez mais frequentes e intensos, causando perdas econômicas significativas e deslocamento de populações. Para enfrentar esses desafios, governos, organizações e sociedades ao redor do mundo têm implementado medidas que visam minimizar os efeitos negativos das mudanças globais. Essas medidas incluem a transição para fontes de energia renováveis, como solar e eólica, o aumento da eficiência energética, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, a conservação de ecossistemas naturais e o desenvolvimento de políticas e regulamentações que incentivem a redução de emissões de gases de efeito estufa. A educação e a conscientização também desempenham papéis cruciais, capacitando as pessoas a adotarem comportamentos mais sustentáveis e a pressionarem os governantes por mudanças políticas e sociais.

Com esse conhecimento vocês estarão preparados para enfrentar os desafios propostos no nosso jogo "Ludo Ambiental". Nesse jogo vocês aplicarão o que aprenderam, competindo para ver quem consegue implementar as melhores soluções para melhorar nossa qualidade de vida e proteger o meio ambiente. Então, preparem-se para embarcar nessa jornada, aprender mais sobre nosso mundo e tornarem-se agentes de mudança ambiental positiva! Mudanças globais referem-se às alterações significativas que ocorrem em escala planetária, afetando a biosfera, a atmosfera, os oceanos, e os sistemas terrestres. Essas mudanças podem ser causadas principalmente por atividades humanas, com impactos profundos nas diferentes regiões do globo, tais como:



Aquecimento global: Aumento das temperaturas da Terra, causado principalmente pela emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂), resultantes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e outras atividades humanas. Isso provoca mudanças nos padrões climáticos em todo o mundo.

Mudanças nas chuvas: Concentração de chuvas em algumas regiões e secas mais severas em outras. Isso afeta diretamente o abastecimento de água e a geração de energia por hidroelétricas.

Desastres naturais: Aumento de eventos climáticos extremos como terremotos, tsunamis, secas e inundações. Esses eventos causam perdas humanas, danos econômicos e ambientais.

Box 2 - Efeitos de mudanças globais.

VOCÊ SABIA?

Os Macroinvertebrados bentônicos podem ser utilizados para combater as mudanças ambientais!

Devido à sua sensibilidade às alterações ambientais, os macroinvertebrados são utilizados como bioindicadores da qualidade da água, ajudando a monitorar e avaliar a saúde de ecossistemas aquáticos e a detectar mudanças ambientais.

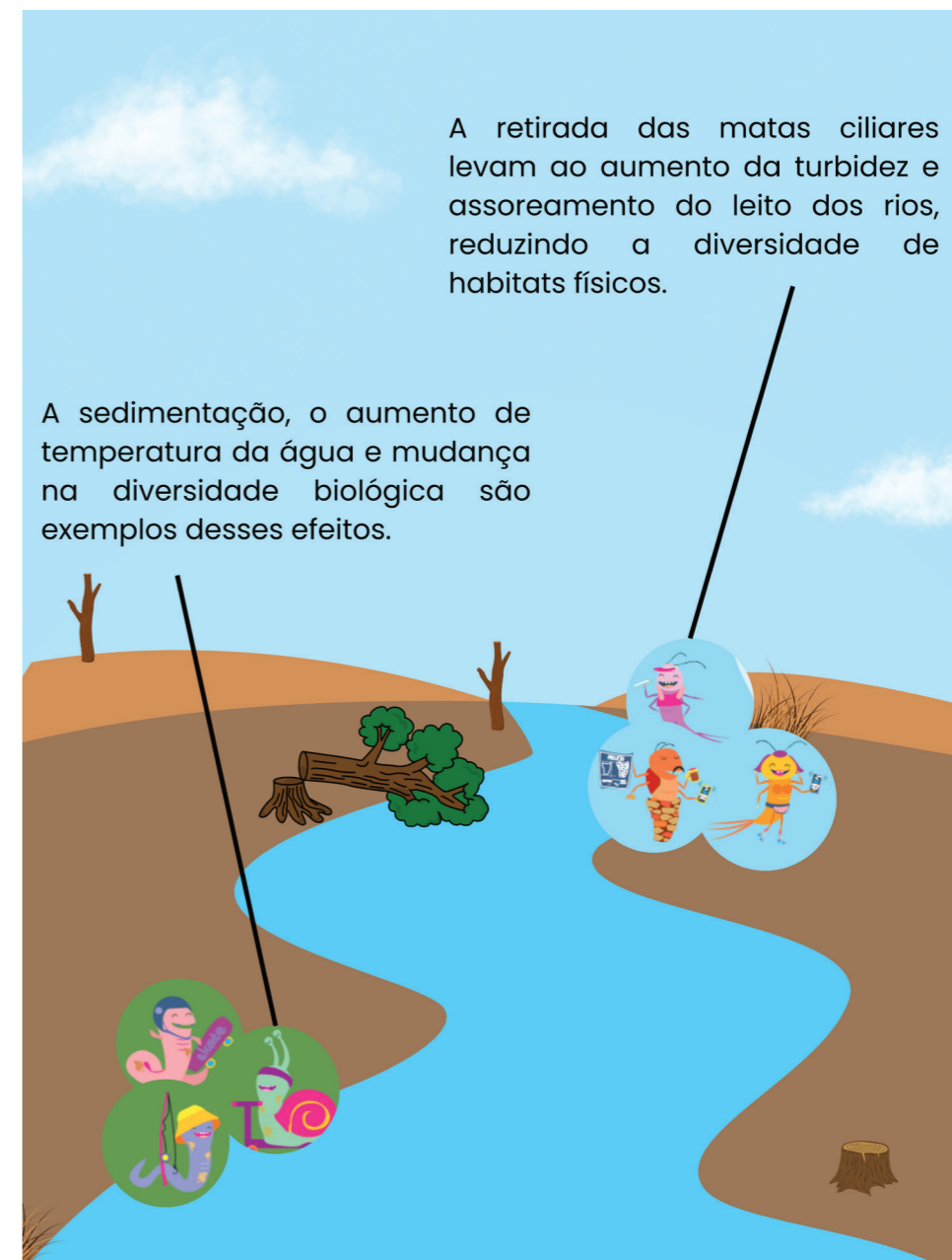


Figura 24 – Macroinvertebrados e sua relação com a qualidade de água.

Quais ações são necessárias para combater as mudanças climáticas?

A sociedade é altamente dependente de energia e combater as mudanças climáticas requer esforço global. Além de combater o desmatamento e as queimadas, é crucial adotar tecnologias que reduzam as emissões de gases de efeito estufa, substituindo combustíveis fósseis por fontes de energia renovável como hidrelétrica, eólica, solar e biomassa.

- Hidrelétrica: energia gerada pelo movimento da água, geralmente em usinas hidrelétricas;
- Eólica: energia gerada a partir do vento;
- Solar: energia capturada do sol, utilizada para aquecimento e geração de eletricidade;
- Biomassa: energia gerada a partir de materiais orgânicos, como resíduos agrícolas, florestais, industriais, e até resíduos urbanos.

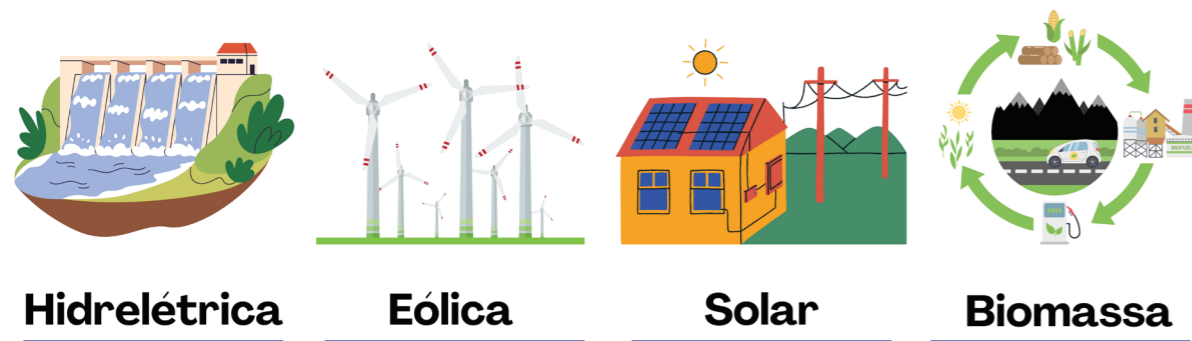


Figura 25 – Energias sustentáveis.



Figura 26 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas.

INFORMAÇÕES DO PROJETO IBI UHE FURNAS & UFMG

O Laboratório de Ecologia de Bentos (LEB/UFMG), tem trabalhado para entender o efeito das mudanças globais sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Pesquisadores do LEB/UFMG avaliaram o efeito do assoreamento de riachos sobre as características taxonômicas e funcionais de macroinvertebrados que vivem nos riachos da bacia de drenagem da UHE Furnas.

A vegetação ciliar, composta por plantas que crescem ao longo das margens dos corpos de água doce, desempenha um papel importante na proteção e manutenção desses ecossistemas. A supressão dessa vegetação, muitas vezes resultante de atividades humanas como agricultura, construções e urbanização, tem consequências ambientais significativas para a qualidade das águas. A redução da mata ciliar reduz a estabilidade das margens dos rios e riachos, facilitando a entrada de sedimentos finos na água, como areias, siltes e argilas. Esses sedimentos podem aumentar a turbidez da água, reduzindo a penetração de luz e limitando a fotossíntese de plantas aquáticas. Além disso, os sedimentos finos podem se depositar no fundo dos ecossistemas aquáticos, um processo conhecido como assoreamento, levando à perda de habitats e diversidade de espécies.



Figura 27 – Assoreamento de rios e sua relação com vegetação ciliar.

Os resultados de nossas pesquisas evidenciaram que em alguns trechos dos riachos assoreados houve perdas taxonômicas e funcionais da comunidade bentônica, comprometendo a saúde e a qualidade ambiental desses ecossistemas. Riachos com acúmulo de sedimentos finos selecionavam negativamente organismos com respiração branquial e corpo achatado. Por outro lado, a respiração tegumentar e o corpo esférico foram características de macroinvertebrados positivamente associados ao acúmulo de sedimentos finos. Dessa forma, nossa equipe de pesquisa da UFMG recomenda fortemente que o monitoramento avalie o acúmulo de sedimentos no fundo dos riachos.

UFMGames - Ludo Ambiental

Público alvo

Alunos a partir do ensino fundamental II, com faixa etária entre 12 e 18 anos.

Objetivo do jogo

Estimular o pensamento crítico dos alunos em relação aos efeitos das mudanças globais no ambiente, e como as empresas podem contribuir para mitigar os impactos.

Descrição do jogo

O desenvolvimento do jogo ocorre em um tabuleiro de ludo tradicional. Esse tabuleiro tem 4 cores diferentes, e cada cor possui 4 pinos. Cada cor representa uma empresa, como uma mineradora ou hidrelétrica, por exemplo.

O funcionamento do jogo ocorre a partir do uso de dados e de perguntas temáticas. A cada rodada um jogador joga o dado, e só poderá avançar se a pergunta for respondida corretamente. Caso a resposta esteja errada, o pino continuará na mesma casa. Vence o jogo a cor que conseguir completar todo o percurso do tabuleiro de maneira mais rápida, a partir das respostas corretas das perguntas, simbolizando uma empresa com amplo conhecimento ambiental.

A ideia é que seja um tabuleiro online, e que exista um banco de dados com as perguntas relacionadas ao aquecimento global e mudanças climáticas.

Regras do jogo:

- Para iniciar o jogo: todas as equipes devem girar o dado, começará quem tirar o maior número de 1 a 6.
- A cada acerto a equipe atual joga novamente, e ao errar passa para a próxima equipe.
- Quando o dado cair no número 6, o jogador joga de novo.
- Para que o jogador avance é necessário que retire uma carta e responda corretamente à pergunta. Cada pergunta apresenta um nível e suas características. Pergunta fácil: se o jogador acerta ele anda o número de casas correspondente ao número do dado, e se errar, anda uma casa para trás. Pergunta média: se o jogador acerta ele anda o número de casas igual ao número do dado, e se errar, permanece no mesmo lugar. Pergunta difícil: se o jogador acerta, anda o dobro do número de casas correspondente ao número do dado, e se errar, anda duas casas para trás.

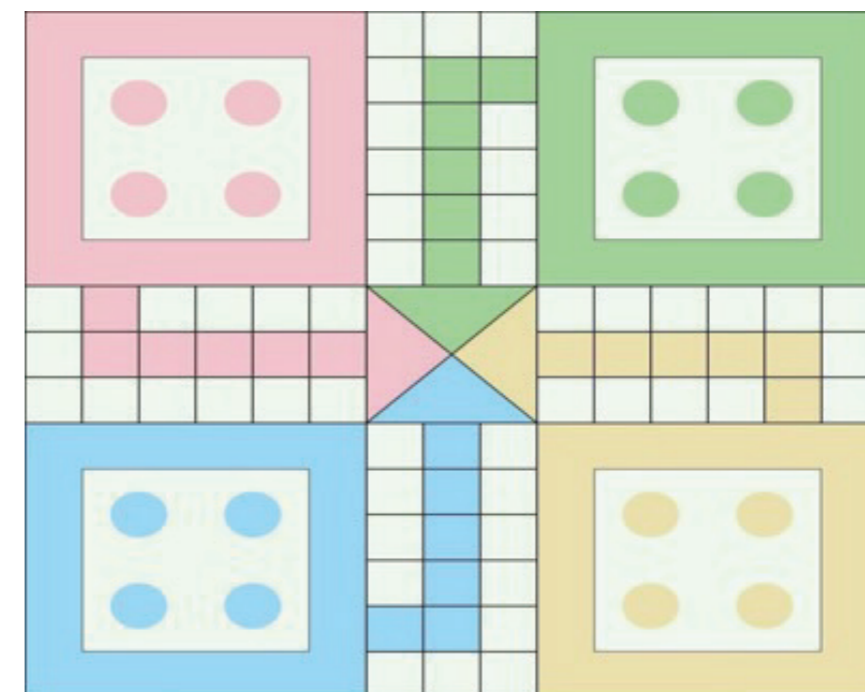


Figura 28 - Tabuleiro do jogo.

LEITURAS COMPLEMENTARES

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - "Mudanças climáticas e Transição energética." Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/clima-e-energia>.

"Lei inclui mudança climática e biodiversidade na educação ambiental- Senado Notícias". Disponível: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/07/18/lei-inclui-mudanca-climatica-e-biodiversidade-na-educacao-ambiental?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR2ZF2ByK0V5KKS0ViiVPNZB36jsHIXPPE-WL4MiO37TXr56wg4RM9uFB4_aem_AfFD5OGdSfuiXTq3faNQwA&sfnsn=wiwspwa

Diretrizes de educação ambiental climática- Educação Ambiental e Emergência Climática.

Disponível: https://www.funbea.org.br/wp-content/uploads/2023/09/Relatorio_EA-na-EC_DiretrizesEducacaoAmbientalClimatica.pdf

PROPOSTA

5

EUTROFIZAÇÃO E TANQUES REDE

BASE CONCEITUAL

Definições e Tipos de Eutrofização

A eutrofização é um processo ecológico onde observamos o aumento na concentração de nutrientes na água, especialmente fósforo e nitrogênio, favorecendo o crescimento de algas e macrófitas aquáticas. Como resultado o ecossistema apresenta aumento na taxa de produtividade primária e um acúmulo de matéria orgânica. Esse processo rompe o equilíbrio entre os processos de produção, consumo e decomposição de matéria orgânica, levando o ecossistema aquático a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir e decompor. A origem desses nutrientes pode ser tanto natural quanto de origem humana.

Quando a eutrofização é natural, é um processo que ocorre ao longo de centenas de anos e é considerada como o processo de envelhecimento natural de um ecossistema aquático. Porém, em áreas urbanas e densamente povoadas esse processo é raro. O mais comum de se observar é a eutrofização como resultado da ação humana, quando esgotos domésticos e efluentes orgânicos descartados incorretamente em rios e lagos por indústrias ou atividades agropastoris desencadeiam o processo de eutrofização artificial ou antrópica, resultando no “envelhecimento precoce” do ecossistema aquático. Em geral, a eutrofização é um processo que gera danos ambientais como a alteração de parâmetros físicos e químicos na coluna d’água e redução da diversidade de espécies que suportam as novas condições ambientais.

Resumindo, a eutrofização artificial ou antrópica é um problema ambiental global, onde atividades humanas lançam de forma desregulada efluentes com nutrientes na natureza, levando à morte do ecossistema aquático, perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Fontes de eutrofização artificial

Existem várias fontes de fósforo e nitrogênio que entram nos ecossistemas aquáticos causando o processo de eutrofização artificial. Essas fontes se dividem em: pontuais, caracterizadas pelos efluentes domésticos e industriais; e fontes não pontuais ou difusas, caracterizadas pelo escoamento de fertilizantes químicos utilizados na agricultura, canteiros de obras e áreas urbanas.

Dentre os efluentes domésticos, os principais contribuintes para a eutrofização são os detergentes sintéticos em forma líquida ou em pó que contenham polifosfatos. Além destes, o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento em ecossistemas aquáticos é um fator importante que também causa o processo de eutrofização artificial, variando de acordo com o crescimento de populações urbanas nas cidades.

As indústrias também podem causar alterações nos níveis de fósforo e nitrogênio em ecossistemas aquáticos. Certas atividades industriais são maiores fontes de poluição do que outras, destacando-se: o processamento de alimentos e carnes, fábricas de celulose e papel, principalmente as indústrias que lançam seus efluentes não tratados diretamente nos ecossistemas aquáticos.

A agricultura tem grande impacto na eutrofização sendo a principal fonte de poluição difusa para ecossistemas lacustres devido ao uso extensivo de fertilizantes nitrogenados e fosfatados.

As atividades de pecuária, por sua vez, representam efeitos reduzidos sobre a eutrofização devido à baixa concentração de nitrogênio e fósforo presentes nos excrementos dos animais em pequenas propriedades rurais. No entanto, com o aumento da produção animal no último século, houve também uma intensificação na utilização de fertilizantes químicos. A grande quantidade de esterco gerada é aplicada à terra como fertilizante, transformando a pecuária em uma fonte pontual de escoamento de nutrientes, em vez de fonte difusa. Outra fonte crescente de poluição é a piscicultura, especialmente em alguns braços do reservatório de Furnas. A utilização de ração para a criação de tilápia gera grandes quantidades de nitrogênio e fósforo, provenientes de excrementos, alimentos não consumidos e outros resíduos orgânicos. Estima-se que para cada tonelada de peixe produzida, as atividades de piscicultura liberem entre 42 e 66 kg de resíduos de nitrogênio e entre 7,2 e 10,5 kg de fósforo no ecossistema aquático.

As chuvas também podem ser consideradas uma fonte significativa de fosfato e nitrogênio, principalmente em regiões de intensa poluição atmosférica, devido à lavagem do solo em regiões agrícolas e proximidades a rodovias devido ao tráfego de veículos.



Figura 29 – Fontes de poluição em ecossistemas aquáticos. Fonte: Adaptado de Matheus Ruiz.



Figura 30 - Etapas da eutrofização artificial. Fonte: Adaptado de Emanuel Galdino.

Consequências da Eutrofização Artificial

Durante o processo de eutrofização artificial há o aumento de vários elementos químicos essenciais à produção primária, variando com a origem da fonte poluidora, sendo o fosfato o nutriente mais importante nesse processo. O aumento da concentração de fosfato afeta diretamente a riqueza e densidade de organismos fitoplanctônicos, alterando a produção primária do ecossistema.

Inicialmente a eutrofização artificial favorece o crescimento de macrófitas aquáticas de diferentes grupos ecológicos, entretanto com o avanço do processo de eutrofização há o crescimento do número de algas filamentosas que reduzem a penetração de luz solar no ecossistema e competem com as macrófitas aquáticas, limitando seu crescimento. No Brasil, vários reservatórios hidrelétricos têm problemas de blooms de macrófitas aquáticas, especialmente as flutuantes como o aguapé.

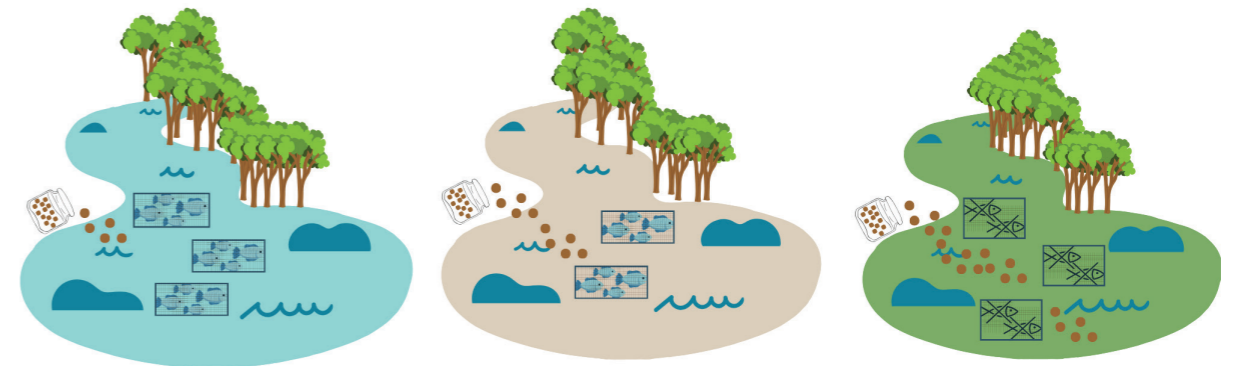


Figura 31 - Processo de eutrofização devido à adição de nutrientes.

Prejuízos sociais e econômicos da eutrofização artificial

O excesso de nutrientes nos ecossistemas aquáticos que causam eutrofização leva ao crescimento descontrolado de algas e plantas aquáticas, resultando em uma série de impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade e economia.

Do ponto de vista social, a eutrofização afeta diretamente a qualidade de vida das comunidades que dependem dos serviços ecossistêmicos (p.ex. abastecimento, recreação, geração de energia). O excesso de algas e nutrientes pode contaminar os ecossistemas aquáticos, liberando toxinas nocivas aos seres humanos e à biota aquática. A contaminação das fontes de água potável exige tratamentos mais complexos e caros, elevando os custos para as companhias de saneamento e, conseqüentemente, para os consumidores.

Além disso, o crescimento excessivo de algas pode restringir o uso recreativo de rios e reservatórios, impactando o turismo e a economia local. O mau cheiro, a água turva e a aparência desagradável impedem o uso para atividades de lazer. O contato com águas contaminadas por algas e algumas espécies de cianobactérias pode gerar irritação na pele e mucosas, problemas gastrointestinais e complicações hepáticas.

Do ponto de vista econômico, a eutrofização pode influenciar negativamente as atividades de pesca e navegação. O processo de eutrofização leva à diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água, levando à morte de peixes e crustáceos. Isso ocasiona perdas econômicas para pescadores e ribeirinhos que dependem de recursos pesqueiros. A longo prazo, a eutrofização pode gerar oscilações no tamanho dos peixes e influenciar a sustentabilidade da pesca. Além disso, a eutrofização pode afetar equipamentos de navegação, aumentando os custos de manutenção.

A gestão eficaz e integrada dos recursos hídricos permite mitigar os efeitos da eutrofização nos ecossistemas aquáticos, implementando técnicas de tratamento e monitoramento de efluentes industriais e domésticos.

Como evitar a eutrofização em lagos e reservatórios hidrelétricos

Para evitar a eutrofização em lagos e reservatórios hidrelétricos é necessário adotar uma abordagem integrada que envolve práticas de gestão sustentável, políticas eficazes e a participação da comunidade. A estratégia mais eficaz para evitar a eutrofização artificial é o tratamento de efluentes. Esse tratamento é dividido em quatro etapas:

Pré-tratamento e caixa de areia

Nessa etapa é realizado o gradeamento e a remoção de areia, processo no qual são retiradas as partículas grossas (papel, plásticos, galhos e detritos). Nessa etapa são utilizadas peneiras e grades.

Tratamento primário

Nessa etapa ocorre a sedimentação do esgoto separando a fração particulada da fração líquida. Durante esse processo as partículas maiores vão para o fundo do tanque e podem ser retiradas de forma manual ou mecânica. Além disso, podem ser utilizados compostos químicos como floculadores.

Tratamento secundário

Nessa etapa, o esgoto passa por processos biológicos que aceleram a decomposição da matéria orgânica, utilizando microrganismos aeróbios (bactérias aeróbias). Em geral, os esgotos no Brasil são tratados até essa fase e, em seguida, lançados nos ecossistemas aquáticos. No entanto, esse tratamento não impede completamente o processo de eutrofização, pois os nutrientes como nitrogênio e fósforo ainda continuam disponíveis na água.

Tratamento terciário

Nessa etapa são utilizados produtos químicos, físicos e biológicos com o objetivo de eliminar possíveis agentes patogênicos presentes na água. Além disso, permite a remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, consolidando-se como uma etapa fundamental para evitar a eutrofização.

Embora a Agência Nacional de Águas (ANA) recomende a adoção de tecnologias avançadas para o tratamento de esgoto, o tratamento terciário ainda é pouco empregado nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) brasileiras. Existem também outras técnicas, como o tratamento de efluentes verdes. Essas áreas simulam as condições existentes em áreas alagadas naturais, permitindo que o esgoto seja filtrado por um sistema composto de argila, cascalho e diferentes tipos de macrófitas aquáticas. As ETEs verdes, além de serem um sistema de baixo custo, permitem que os três estágios de tratamento de esgoto ocorram simultaneamente, sendo eficientes para o tratamento de efluentes domésticos e industriais.

Os peixes

Tanque-redes podem auxiliar no processo de eutrofização em pequenos reservatórios ou afetar de forma local a qualidade de água em grandes reservatórios. Essa alteração na qualidade da água se dá principalmente pelo manejo inadequado dos tanques, com a utilização de ração em excesso. Outra fonte de aporte excessivo de nutrientes ocorre com uma estocagem inadequada ao tamanho do reservatório. Densidades altas de estocagem podem ocasionar o aumento de nutrientes provenientes das fezes dos animais. A eutrofização pode causar redução nos níveis de oxigênio dissolvido durante a noite e supersaturação durante o dia. Essa variação no oxigênio dissolvido pode causar mortandade dos peixes e perda da produção. A presença de substâncias do metabolismo das algas também pode modificar o sabor da carne do pescado, levando à redução no preço em áreas afetadas por esse fenômeno.

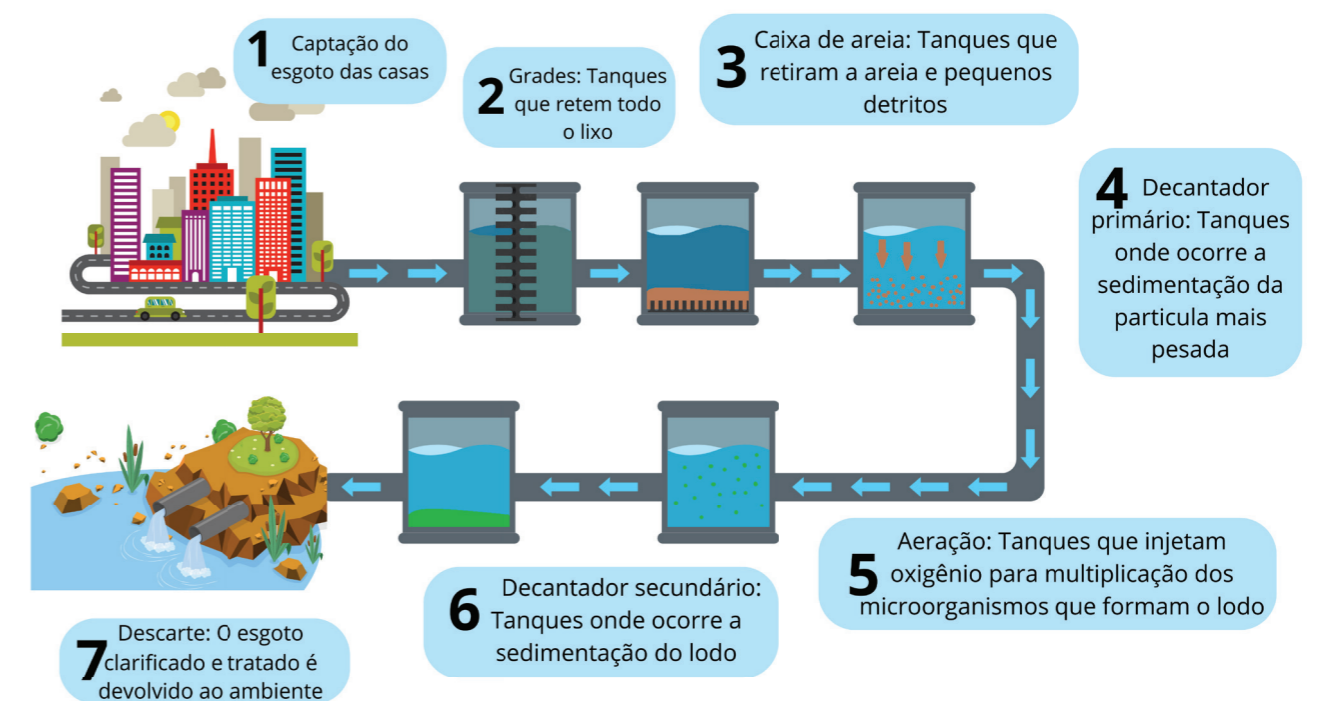


Figura 32 – Esquema de uma estação de tratamento de esgoto. Fonte: Adaptado de BRK ambiental.

INFORMAÇÕES DO PROJETO IBI UHE FURNAS & UFMG

Em junho de 2024 a equipe do projeto IBI Furnas foi a campo para realizar a amostragem de camarões e peixes em três pontos próximos a pisciculturas com tanques rede. Os pontos localizados próximos a tanques rede ou áreas de turismo com embarcação apontaram águas com condições mesotróficas (nível de nutrientes intermediário e baixa perda da qualidade de água) e eutrófica (rico em nutrientes e com grande perda da qualidade de água). Uma coleta de camarões e peixes também foi realizada em um local em condição de referência, onde as águas apresentaram condição oligotrófica.

Os limites de fósforo e nitrogênio total nos pontos eutrofizados estão dentro do limite estabelecido pela legislação federal brasileira (Resolução CONAMA 357/2005), que estabelece os limites de concentrações de nutrientes para águas classe II. Águas de classe II, estabelecidas como meta de enquadramento no estado de Minas Gerais (Deliberação Normativa COPAM-MG No. 8, 11/2022) são aquelas que podem ser destinadas ao consumo humano, atividades de recreação, irrigação de hortaliças e atividades de aquicultura.



Figura 33 - Tanques rede instalados no reservatório de Furnas.



Figura 34 - Amostragem de peixes e camarões na UHE Furnas

UFMGames – EutrofiGame

Público alvo

Alunos a partir do ensino fundamental I, com idades a partir de 9 anos.
Sugestão de número de jogadores: 3

Objetivo do Jogo

Demonstrar de maneira lúdica e educativa como ocorre a eutrofização artificial dos ecossistemas aquáticos, destacando os fatores que levam ao aumento de nutrientes no ambiente e seus impactos sobre a biodiversidade aquática.

Descrição do jogo

O EutrofiGame é um jogo de tabuleiro educativo no qual os jogadores assumem o papel de agentes ambientais que tentam prevenir o processo de eutrofização em um lago. Ao longo do jogo, os jogadores enfrentarão desafios que podem aumentar ou diminuir a poluição em sistemas aquáticos.

Material necessário:

- 3 marcadores (sugestão: Origami de peixes - Figura 35a)
- 1 dado (confeccionado preferencialmente pelos estudantes - Figura 35b)
- Jogo impresso (Figura 36)

Como jogar:

Os estudantes deverão imprimir o jogo, o dado e confeccionar o origami que será o marcador de movimentação no jogo. Cada jogador escolhe um marcador (figura de origami) e o posiciona na casa inicial do tabuleiro.

O EutrofiGame está dividido em rodadas. A cada rodada, um jogador lança o dado e movimenta o marcador de acordo com o número indicado, movendo sua peça pelas casas. Conforme os jogadores avançam, eles param em casas que descrevem situações que afetam a qualidade da água, como despejo de esgoto, mortandade de peixes e aumento de plantas aquáticas.

O vencedor é o primeiro jogador a chegar à última casa, representando a restauração completa do lago e a prevenção da eutrofização. Caso todos os jogadores cheguem ao final, o jogo também pode ser vencido cooperativamente, simbolizando um esforço conjunto de preservação ambiental.

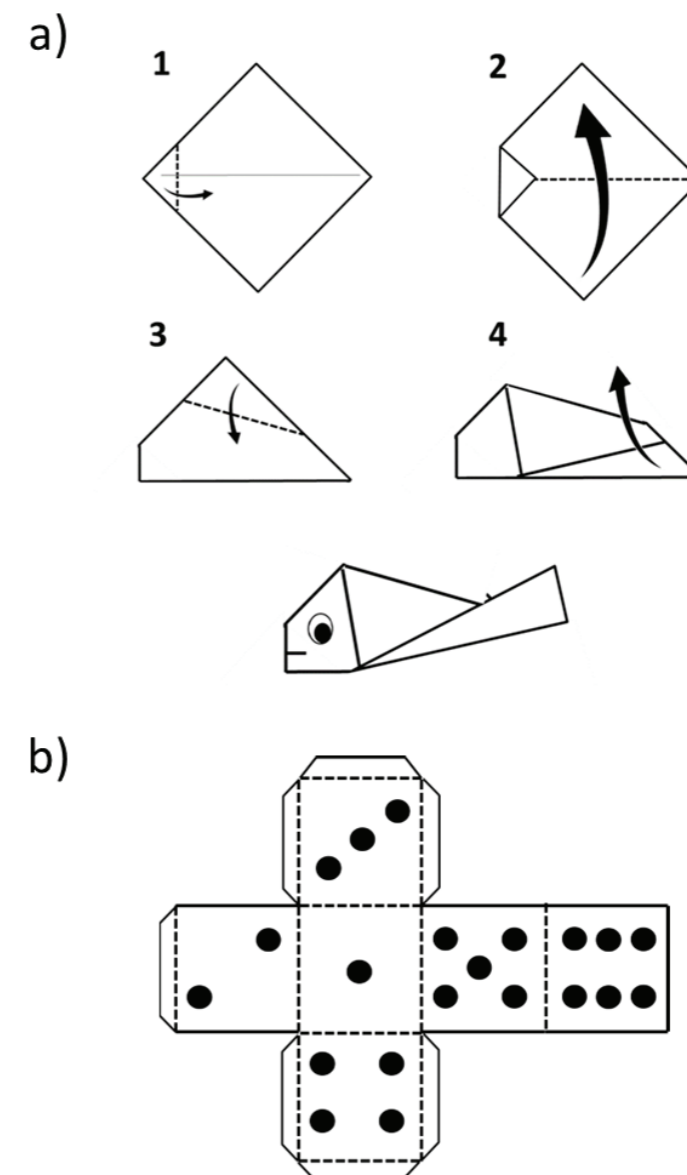


Figura 35 - Material necessário para o jogo EutrofiGame: a) Marcador de movimentação em formato de peixe; b) dado.

Fonte: Adaptado de Espaço Educar.

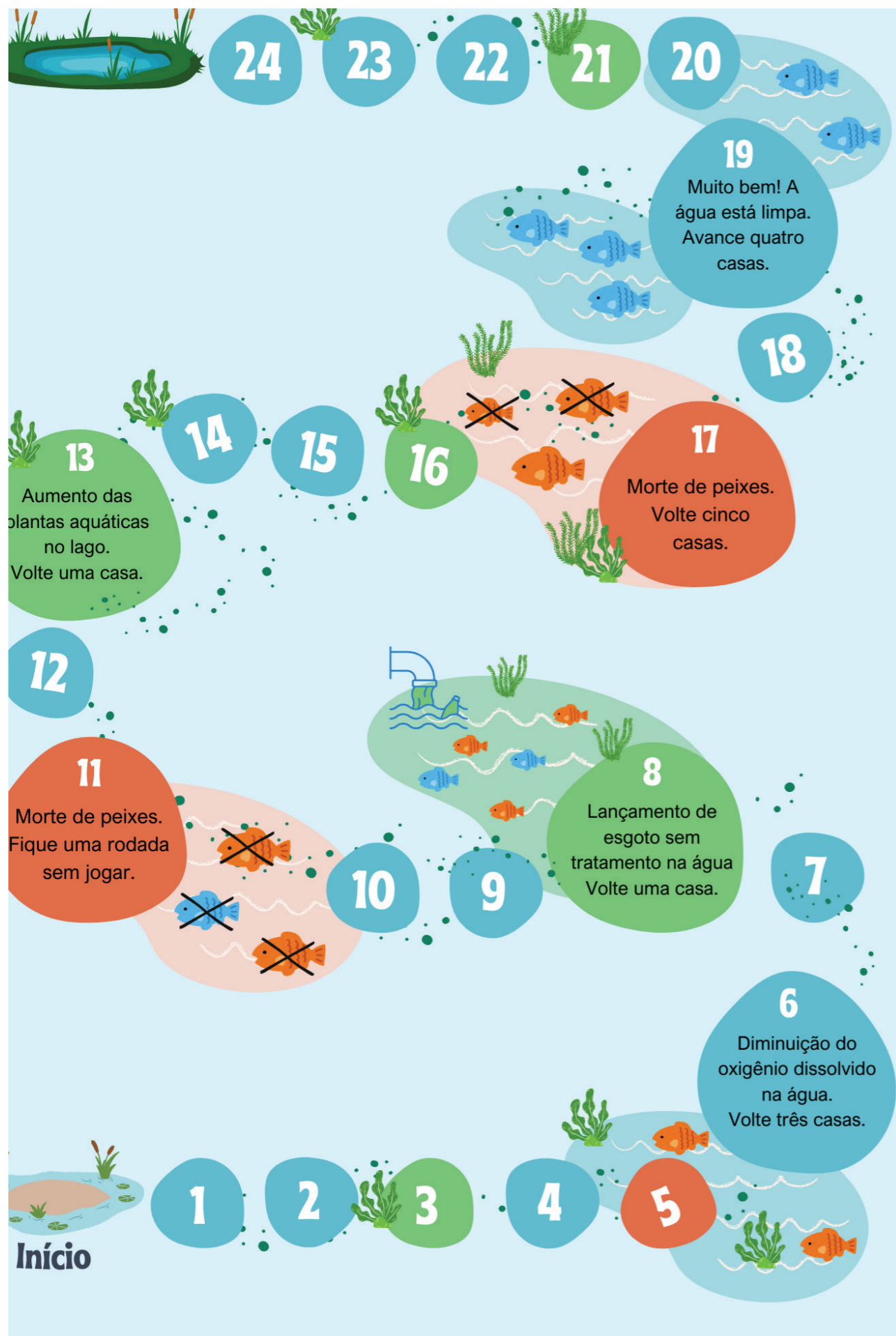


Figura 36 - Tabuleiro do jogo EutrofiGame.

LEITURAS COMPLEMENTARES

Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de Limnologia. 3ª edição. Interciência, Rio de Janeiro, 790.

Galdino, E. 2022. Entenda como a atividade agrícola e a falta de saneamento afetam a biodiversidade dos oceanos. Acesso em: 23 de julho de 2024. Disponível em: <<https://oeco.org.br/reportagens/entenda-como-a-atividade-agricola-e-a-falta-de-saneamento-afetam-a-biodiversidade-dos-oceanos/>>

Brasil, 2005. Resolução determina redução do fósforo no sabão em pó. Acesso em: 23 de julho de 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/resolucao-determina-reducao-do-fosforo-no-sabao-em-po>>

PROPOSTA

6

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

BASE CONCEITUAL

A relação entre os seres humanos e a natureza é complexa e varia conforme a cultura, o tempo e o lugar. A água, disponível em rios e riachos, lagoas, lagos e reservatórios é essencial para a vida e está ligada à alimentação, uso doméstico, identidade, cultura, lazer e espiritualidade. Todas as atividades, condições e processos naturais que beneficiam e têm valor para os humanos são chamados de serviços ecossistêmicos (SE). Existem vários tipos de SE:

- 1.** Serviços de suporte: processos essenciais para a reciclagem de nutrientes e manutenção de ecossistemas como a ciclagem de nutrientes e a fertilidade do solo, que sustentam o funcionamento de outros SE.
- 2.** Serviços de regulação: aqueles que regulam processos ecossistêmicos, como microclima, controle de erosão e assoreamento de rios, evitando enchentes.
- 3.** Serviços de abastecimento: produtos fornecidos pelos ecossistemas, como alimentos, água, matéria-prima e recursos genéticos.
- 4.** Serviços culturais: benefícios não materiais importantes para a identidade cultural, lazer, turismo e valores espirituais.

Matas Ciliares e os Serviços Ecossistêmicos

As matas ciliares fornecem serviços ecossistêmicos importantes para a manutenção da biodiversidade, incluindo a proteção contra a erosão, retenção de nutrientes e poluentes e auxiliam na regulação da temperatura e microclima. Além disso, ajudam a manter o volume, a vazão e a qualidade da água para abastecimento humano, reduzindo os custos de tratamento, com benefícios diretos à sociedade. Assim como os serviços de regulação e de suporte, as matas ciliares também fornecem bens culturais para fins religiosos, educacionais e de lazer. Uma mata ciliar bem preservada auxilia, por exemplo, a oferta de peixes e madeira, serviços de abastecimento importantes para populações ribeirinhas. Portanto, as matas ciliares bem preservadas em riachos em condições de referência oferecem inúmeros serviços ecossistêmicos às populações humanas (Figura 37 A e B).

Matas Ciliares e Serviços Ecossistêmicos



Ferreira et al. 2023 - DOI: 10.1007/s10750-022-05095-1

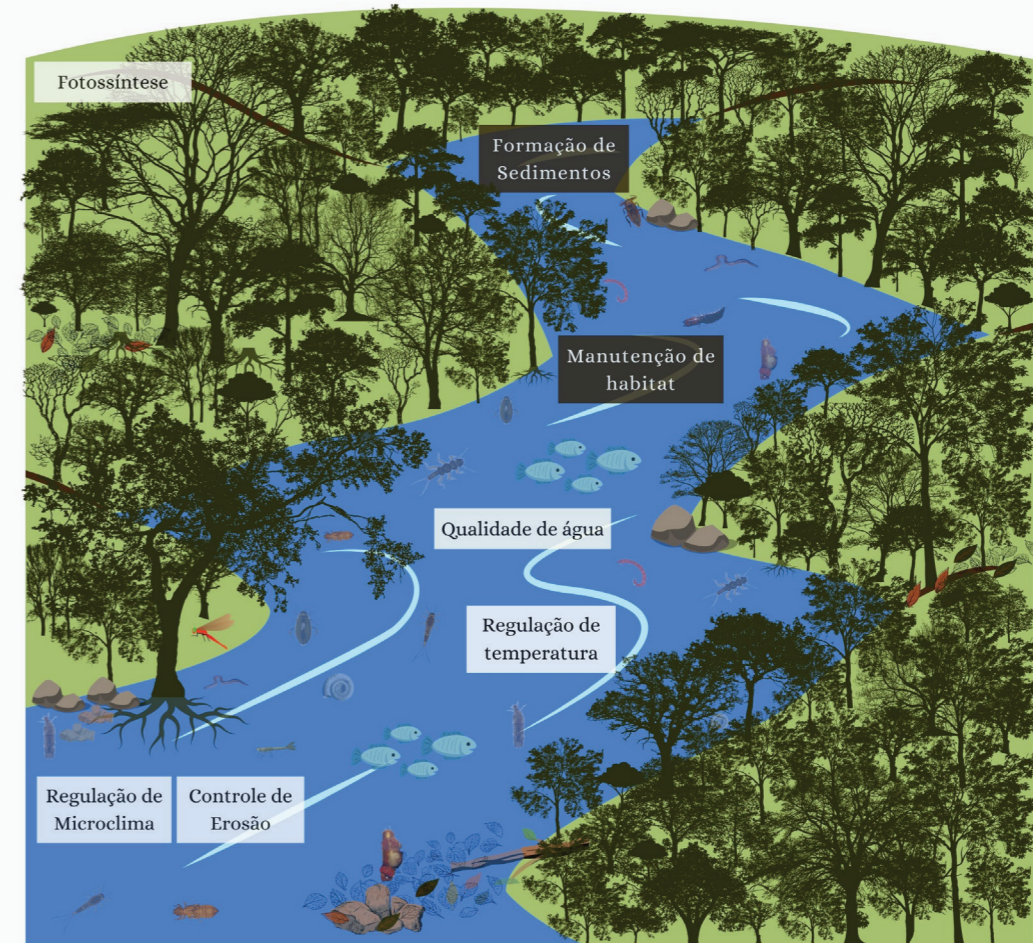
Ecossistema em condições de referência

○ Serviços Culturais ● Serviços de Abastecimento



Figura 37 - Serviços culturais e de abastecimento de matas ciliares em riachos de cabeceira. Fonte: adaptado de Ferreira et al. (2023).

Matas Ciliares e Serviços Ecossistêmicos



Ferreira et al. 2023 - DOI: 10.1007/s10750-022-05095-1

Ecossistema em condições de referência

○ Serviços de Regulação ● Serviços de Suporte



Figura 38 - Serviços de regulação e de suporte de matas ciliares em riachos de cabeceira. Fonte: adaptado de Ferreira et al. (2023).

LEITURA COMPLEMENTAR

Ferreira, V., Albariño, R., Larrañaga, A. et al. Ecosystem services provided by small streams: an overview. *Hydrobiologia* 850, 2501–2535 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05095-1>

PROPOSTA

7

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ESG E SUSTENTABILIDADE

BASE CONCEITUAL

Sustentabilidade é um conceito que envolve formas de promover o desenvolvimento atual de forma sustentável, ou seja, mantendo-se durante anos, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. Geralmente, quando pensamos em sustentabilidade, associamos apenas à natureza, mas ela se baseia em três pilares fundamentais: social, econômica e ambiental. O pilar social é relacionado às condições de vida, educação, lazer, segurança e saúde. O pilar econômico inclui a produção, distribuição e consumo de bens e serviços. O pilar ambiental diz respeito aos recursos naturais do planeta e à forma com que são utilizados. Esses três aspectos são essenciais para alcançar um desenvolvimento sustentável e equilibrado para todo o planeta.

Nesse sentido, foram criados pela Organização das Nações Unidas (ONU) os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma iniciativa global que abrange 18 metas interligadas. Os ODS buscam minimizar problemas em diversas áreas como saúde, educação, igualdade de gênero, água e saneamento, energia limpa, trabalho decente e crescimento econômico (Figura 39). Como objetivo final os ODS visam erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir a paz e a prosperidade para todos até 2030. Cada ODS possui indicadores específicos para medir o progresso e a eficácia das ações implementadas. A colaboração entre governos, setor privado, sociedade civil e cidadãos é essencial para atingir essas metas e construir um futuro sustentável para todos. Os ODS fornecem uma estrutura global que complementa e reforça os pilares da sustentabilidade.



 Organização das Nações Unidas

Figura 39 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) segundo a Organização das Nações Unidas

Além desses pilares e metas globais, o conceito de Ambiental, Social e Governança (do inglês *"Environmental, Social, and Governance"*, ESG) é fundamental para avaliar a responsabilidade corporativa e o impacto social e ambiental das empresas (Figura 40). O critério ambiental (E) analisa como a empresa gerencia seus riscos e oportunidades relacionados ao meio ambiente, como mudanças climáticas e gestão de recursos naturais. O critério social (S) examina como a empresa gerencia suas relações com funcionários, fornecedores, clientes e comunidades, abordando questões como direitos humanos, condições de trabalho e diversidade. O critério de governança (G) avalia a transparência, ética e estrutura de governança da empresa, incluindo práticas anticorrupção e a composição do conselho de administração. A adoção de práticas ESG é vista como um indicativo de empresas mais resilientes e comprometidas com a sustentabilidade. Integrar os critérios ESG nas práticas empresariais contribui para o avanço dos ODS e fortalece os três pilares da sustentabilidade, promovendo um desenvolvimento responsável e sustentável tanto a nível global quanto corporativo.

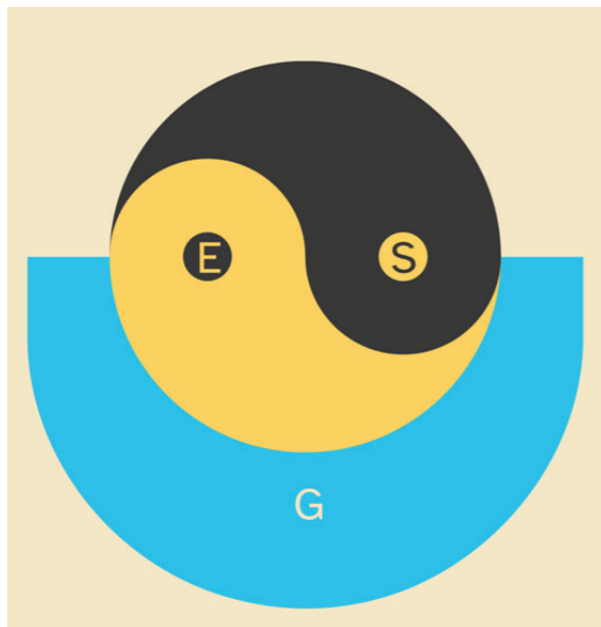


Figura 40 - Os pilares do ESG: E = ambiental (do inglês *environmental*), S – Sustentabilidade, G -Governança.

Aqui estão algumas boas práticas de ESG:

Ambiental:

- Busca por alternativas sustentáveis para a redução de impactos no meio ambiente;
- Redução na emissão de poluentes;
- Boas práticas com embalagens, geração, cuidado e descarte de plásticos e outros resíduos;
- Gerenciamento correto do descarte de lixo.

Social:

- Aderência aos direitos trabalhistas;
- Valorização da saúde física e mental, segurança no ambiente de trabalho;
- Apoio à diversidade e inclusão;
- Posicionamento da empresa em causas e projetos sociais;
- Atuação com a comunidade.

Governança:

- Adoção de políticas para o controle dos processos;
- Comportamento e política institucional relacionados às práticas anticorrupção, lavagem de dinheiro e trabalho escravo;
- Transparência na política de remuneração dos cargos de liderança;
- Valores, postura moral e ética nos negócios;
- Valorização da prestação de contas e da responsabilidade corporativa;
- Veracidade das informações de produtos e processos da empresa.

Uma empresa deve adotar essas práticas para reduzir os problemas judiciais e governamentais, os custos e ter um ganho de produtividade, marketing sustentável, acesso a selos e certificação de crédito verde, melhores índices de satisfação dos trabalhadores. Investir em projetos de pesquisa e inovação como o IBI UHE FURNAS & UFMG é um investimento em sustentabilidade. A formação de pessoas, a geração de conhecimentos técnico-científicos e o desenvolvimento de novas eco tecnologias como esta Cartilha ABCDEcologia são práticas ESG que unem a AXIA Energia e a Universidade Federal de Minas Gerais.

UFMGames - Quem sustenta esse ODS?

Público alvo

Idade: entre 6 e 18 anos

Objetivo do jogo

O jogo tem como objetivo fomentar a discussão sobre ações relativas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sustentabilidade e ESG, promovendo um entendimento prático desses conceitos entre os jogadores.

Descrição do jogo

Esse jogo apresenta 18 cartas, cada uma representando uma ODS (Figura 38), 54 cartas com ações ESG (Figura 39), 3 cartas trunfos (selo empresa ESG) e 3 cartas vilão (empresa não sustentável). O jogo deve ser jogado por 4 a 8 jogadores.

Um jogador embaralha as 54 cartas de ações e distribui igualmente entre todos os jogadores, incluindo ele mesmo. Embaralha as 18 cartas de ODS junto com as cartas de trunfo e vilões. Coloque essas cartas em um monte viradas para baixo no centro da mesa.

O primeiro jogador retira a carta do topo do monte. Ele deve procurar entre suas cartas de ações aquelas que ajudem a alcançar o objetivo descrito na carta ODS. Se possuir cartas de ações correspondentes, ele pode descartá-las. Caso não tenha, ele não descarta nenhuma carta.

Os demais jogadores, em sequência, também podem descartar suas cartas de ações correspondentes ao ODS, se possuírem.

- Se for uma carta trunfo: Ele recebe um selo por ser uma empresa sustentável e pode descartar uma de suas cartas de ações.

- Se for uma carta vilão: Ele cometeu um erro e sua empresa gerou algum dano ao meio ambiente; como penalidade, deve ficar a próxima rodada sem jogar.

A rodada se encerra quando todos tiverem jogado e a próxima rodada começa com o próximo jogador retirando uma carta do topo do monte.

Não existe resposta certa ou errada, os jogadores devem discutir entre si e estabelecer se aquela ação contribui para a ODS em questão ou não.

Frente



Verso



Figura 41 - Exemplo de carta ODS

Frente



Verso



Figura 42 - Exemplo de carta ação ESG

LEITURAS COMPLEMENTARES

Estratégia ODS. 2024. Conheça os ODS. Acesso em 12 de setembro de 2024. Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/conheca-os-ods/>

Nações Unidas Brasil. 2024. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Acesso em 12 de setembro de 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

SEBRAE. 2024. Entenda o que são as práticas de ESG. Acesso em 23 de julho de 2024. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-que-sao-as-praticas-de-esg,66c7e3ac39f52810VgnVCM100000d701210aRCRD>

TriBanco, SA. 4 dicas de como falar sobre ESG com as crianças. Acesso em 23 de julho de 2024. Disponível em: https://www.tribanco.com.br/blog_esg/4-dicas-de-como-falar-sobre-esg-com-as-criancas/

GLOSSÁRIO DE TERMOS CIENTÍFICOS UTILIZADOS EM ECOLOGIA

O material a seguir foi elaborado pela equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos da UFMG visando facilitar a compreensão, por parte dos jogadores, de termos científicos utilizados nos jogos, garantindo o caráter educativo do projeto UFMGames.

Ambientes Aquáticos

Eossistemas em Condições de Referência



Ambientes preservados, com alta diversidade de habitats físicos, matas ciliares protegendo as margens, fundo formado por pedras, seixos, cascalho, areias, depósitos de folhas e galhos da mata ciliar, qualidade de água que favorece organismos sensíveis à poluição (p.ex. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).




Eossistemas Alterados por Atividades Humanas



Mata ciliar parcialmente protegendo as margens, perda de habitats físicos, redução da diversidade de habitats, fundo formado por cascalho, areias e poucos depósitos de matéria orgânica. A qualidade de água apresenta aumento de nutrientes, turbidez, redução do oxigênio, sendo encontrados organismos tolerantes à poluição (p.ex. Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Megaloptera).




Eossistemas Severamente Degradados por Atividades Humanas



Sem mata ciliar, construções urbanas invadindo as margens, fundo lamoso, reduzida diversidade de habitats e qualidade de água ruim devido à poluição por esgotos domésticos sem tratamento, lançamentos de efluentes industriais, sendo encontrados organismos resistentes à poluição (p.ex. moluscos, anelídeos e larvas vermelhas de Chironomidae).




Figura 43 – Tipos de Ambientes Aquáticos.

Conceitos geomórficos

Bacia hidrográfica: Termo utilizado em Ecologia da Paisagem que trata dos limites geográficos de nascentes, tributários e drenagem de um rio. Inclui além das interfaces entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, aspectos sociais, culturais e econômicos.



Lóticos: Ecossistemas aquáticos com água corrente (baixo tempo de residência). Exemplos: riachos e rios.



Lênticos: Ecossistemas aquáticos com maior tempo de residência da água. Exemplos: lagos e lagoas.



Reservatório: Ecossistema aquático semi-lêntico, formado pelo represamento de um rio, com objetivo de acumular água para múltiplos usos humanos, incluindo abastecimento, geração de energia, agricultura e piscicultura.



Erosão: Consiste no desgaste do solo e das rochas de áreas mais altas para áreas mais baixas, ocasionando a sedimentação dos detritos.



Assoreamento: Acúmulo de sedimentos (areia, terra, rochas), lixo e outros materiais levados até o leito dos cursos d'água pela ação da chuva, do vento ou do ser humano.



Figura 44 - Conceitos geomorfológicos utilizados em Ecologia.

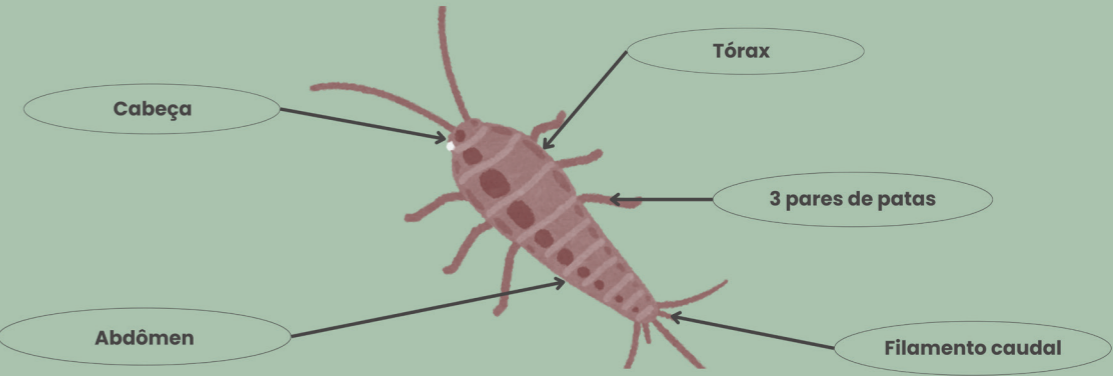
Macroinvertebrados Bentônicos

Macro: Animais visíveis a olho nu.

Invertebrados: Animais sem ossos ou coluna vertebral: insetos aquáticos, minhocas e caracóis.


Bentônicos: Organismos que vivem no fundo de ecossistemas aquáticos (p.ex. riachos, rios, lagos e reservatórios).

O que é um inseto:




Classificação:


Ephemeroptera: Insetos semi-aquáticos cujas ninfas vivem meses na água e os adultos, aéreos, vivem poucas horas até 1-2 dias apenas.




Plecoptera: Insetos semi-aquáticos cujos adultos possuem asas que, quando fechadas, dobram-se uma sobre a outra.




Trichoptera: Insetos semi-aquáticos cujos adultos possuem pêlos (trichos) nas asas. Muitas larvas constroem abrigos com folhas, grãos de areia, ou pedaços de matéria orgânica da mata ciliar.



Hemiptera: Insetos aquáticos que possuem ampla variedade de formas de corpo.



Megaloptera: Insetos semi-aquáticos que, quando adultos, possuem grandes asas.



Odonata: Insetos semi-aquáticos que possuem uma mandíbula denteada.




Figura 45 - Macroinvertebrados bentônicos e as principais ordens de insetos aquáticos.

Classificação:

Annelida: Organismos com corpo formado por anéis ou segmentos.

→ **Oligochaeta:** Minhoca d'água

→ **Hirudinea:** Sanguessuga

Decapoda: Camarões

Mollusca: Organismos com corpo mole, muitas vezes, protegidos por conchas calcáreas.

→ **Gastropoda:** Moluscos com corpo protegido por concha única.

→ **Bivalvia:** Moluscos com corpo protegido por duas conchas.

Partes do Corpo:

Brânquias: Estruturas utilizadas para capturar o oxigênio dissolvido na água.

Cerdas: Pequenos "pelos" nas asas.

Lamelas: Estruturas no final do corpo de ninfas de algumas libélulas.

Élitros: Asas endurecidas que protegem as asas membranosas.

Ocelos: Pequenas estruturas utilizadas para percepção visual.

Figura 46 - Classificação e partes do corpo de macroinvertebrados bentônicos.

PARTES DO CORPO:

Pernas Anais: Parecem garras perto do fim do corpo do animal e ajudam na locomoção.

Filamentos: São como longos fios que geralmente estão localizados no fim do corpo do animal. Têm função de ajudar na respiração.

Placas esclerotizadas: Placas rígidas presentes nas "costas" e na "barriga" do Plecoptera e Trichoptera.

GRUPOS TRÓFICOS:

Coletor/Catador: A boca do animal tem o formato e a função de uma pá, para raspar e pegar o alimento.

Predador: A boca possui garras para segurar a presa.

Fragmentador: A boca tem o formato de duas foices dentadas, que partem o alimento.

Filtrador: Possui estruturas como uma vassoura de pelos.

APARELHOS BUCAIS:

Lambedor: É como se fosse uma língua comprida e fina, mas que não fica dentro da boca e sim, enrolada na parte de baixo da boca.

Mastigador: É como se suas presas fossem como máquinas de triturar/moer o alimento.

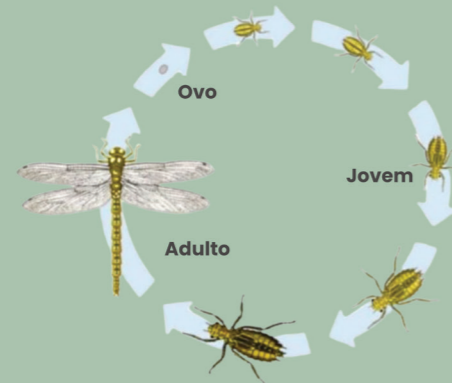
Sugador/Picador: A boca possui formato de canudo como no Heteroptera.

Figura 47 - Partes do corpo e classificação de macroinvertebrados em Grupos Tróficos Funcionais.

Ciclos de Vida de Insetos Aquáticos:

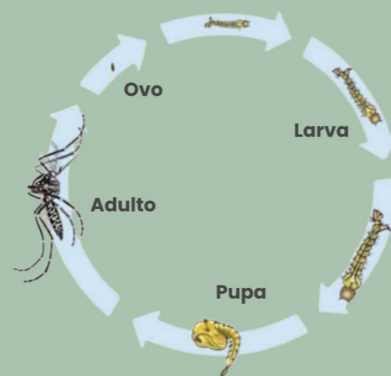
Insetos Hemimetábolos:

Insetos semi-aquáticos que possuem metamorfose incompleta. Na fase aquática, dos ovos eclodem as ninfas e os adultos são aéreos.



Insetos Holometábolos:

Insetos aquáticos que possuem metamorfose completa: ovos, larvas e pupas aquáticas, adultos aéreos.



Formato de Corpo

Achatado:



Vermiforme:



Posição dorsal:

Parte "de cima" do animal.



Esférico:



Cilíndrico:



Posição ventral:

Parte "de baixo" do animal.



Figura 48 - Ciclos de vida e formato de corpo.

Créditos:

Equipe técnico-científica da Universidade Federal de Minas Gerais formada por estudantes, professores, técnico e pesquisadores associados ao Projeto IBI UHE FURNAS & UFMG.

Projeto Gráfico e Diagramação:
Cezar Costa (CZK Comunicação)

Impressão:
Rio Branco Editora Gráfica

Realização:



Apoio:



Fundação de
Desenvolvimen
da Pesquisa

