

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO NORTE – IFRN

ÁUREA KARLA BEZERRA E CUNHA
THICIANY MARIA LIMA CUSTÓDIO

**ELABORAÇÃO DE WEBSITE PARA CATALOGAÇÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS INVASORAS NO RIO GRANDE DO NORTE**

PAU DOS FERROS - RN

2024

ÁUREA KARLA BEZERRA E CUNHA
THICIANY MARIA LIMA CUSTÓDIO

**ELABORAÇÃO DE WEBSITE PARA CATALOGAÇÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS INVASORAS NO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora
do Curso de Técnico Integrado em
Informática do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do
título de Técnico em Informática.
Orientador: Profa. Dra. Sheyla
Varela Lucena
Coorientador: Prof. Dr. Raphael de
Carvalho Muniz

PAU DOS FERROS - RN

2024

ÁUREA KARLA BEZERRA E CUNHA
THICIANY MARIA LIMA CUSTÓDIO

**ELABORAÇÃO DE WEBSITE PARA CATALOGAÇÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS INVASORAS NO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora
do Curso de Técnico Integrado em
Informática do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do
título de Técnico em Informática.

, Dra. Maria José de Holanda Leite - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Raphael de Carvalho Muniz, Dr. - Coorientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

? - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

? - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

*"Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é
realidade."
Raul Seixas*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	OBJETIVO GERAL	9
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	PREJUÍZOS DE ESPÉCIES INVASIVAS	10
2.2	IMPORTÂNCIA DE SITES EDUCATIVOS	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4	RESULTADOS PARCIAIS (PROTÓTIPO)	15
	Referências	21

1 INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras, caracterizadas como organismos que, ao serem introduzidos em um novo ambiente fora de sua área de distribuição natural, conseguem se estabelecer, proliferar e dispersar, causando impactos negativos significativos na biodiversidade, na economia e na saúde humana, representam a segunda maior causa de perda de biodiversidade global (IBAMA, 2022; BONN, 2002; MMA, 2018). Elas se estabelecem em uma variedade de ambientes, causando impactos profundos e amplos. Apesar da seriedade e extensão do problema, há uma notável carência de discussões abrangentes sobre o tema nos âmbitos público, acadêmico e governamental (ZILLER; ZALBA, 2007). A falta de conhecimento sobre essas espécies e os danos que causam é um dos principais motivos para a intensificação desse problema (FERREIRA, 2015).

Historicamente, desde 1600, as espécies exóticas invasoras têm contribuído para a extinção de cerca de 39% das espécies conhecidas (CDB, 1992). A Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada em 1992 na Rio-92, define uma espécie exótica como aquela que está fora de sua área de distribuição natural, podendo incluir gametas, sementes, ovos ou outras partes capazes de sobreviver e se reproduzir. As espécies exóticas invasoras, por sua vez, são aquelas cuja introdução e/ou dispersão ameaça a biodiversidade (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM, 2011; NAÇÕES UNIDAS, 2004; MMA, 2018).

Desde os primórdios da prática agrícola, os seres humanos têm deslocado espécies de praticamente todos os grupos taxonômicos para além de suas áreas naturais de distribuição (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013). Essas espécies são introduzidas em ambientes que, embora não adaptados à sua presença, oferecem condições propícias para um desenvolvimento superior ao das espécies nativas, um processo conhecido como contaminação biológica (KORMONDY, 2013; SOUZA, 2004). A ausência de predadores naturais e o alto potencial biótico das espécies invasoras facilitam esse crescimento. Um exemplo notável é o capim braquiária (*Brachiaria*), uma gramínea africana que se tornou uma invasora significativa em vários biomas brasileiros (OLIVEIRA, 2015).

Essas espécies exóticas invasoras competem diretamente com as espécies nativas, podendo levar à extinção das espécies locais de distribuição geográfica

natural (ZILLER, 2001). A crescente movimentação de espécies para além de suas áreas de distribuição natural resulta em processos de invasão biológica que causam alterações nos ciclos ecológicos, dificultam a recuperação de ecossistemas naturais e provocam a eliminação de espécies nativas (LEPRIEUR, 2022; LOBO, 2017; MMA, 2013).

Os impactos das espécies exóticas invasoras vão além do meio ambiente, afetando também a economia, a saúde e causando danos sociais e culturais. Essas espécies comprometem tradições e modos de vida que dependem da harmonia entre as comunidades humanas e seus ecossistemas locais (CONSEMA, 2009; ICMBIO, 2019). As invasões podem ocorrer de forma intencional ou acidental, por meio de vias como estradas, canais, trilhas, aquariofilia, paisagismo, agricultura, aquicultura, navios, entre outros (IBAMA, 2019; ICMBIO, 2022).

No estado do Rio Grande do Norte, foram registradas até o momento 60 espécies potencialmente invasoras, segundo a base de dados nacional do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Entre elas, destacam-se o caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*) e o nim indiano (*Azadirachta indica*). Provavelmente, o número real de espécies invasoras no estado é maior do que as catalogadas, pois muitas dessas espécies são difíceis de detectar e identificar, passando despercebidas pelos esforços de monitoramento e pesquisa (BARBOSA, 2020).

O caracol-gigante-africano, nativo da África, é uma espécie herbívora que compete por espaço com outras espécies devido ao seu alto potencial biótico. Ele ataca mais de 500 espécies de plantas, incluindo plantas nativas, cultivadas e ornamentais, causando grandes prejuízos econômicos (SILVA, 2019). Além disso, ele compete com espécies nativas em ambientes florestais e é vetor de dois vermes que causam doenças: *Angiostrongylus costaricensis*, causador da angiostrongilíase abdominal, e *Angiostrongylus cantonensis*, causador da angiostrongilíase meningoencefálica humana (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM, 2011; FISCHER, 2006; GISD, 2009; LOWE, 2006). Há registros dessa espécie nas cidades de Natal e Senador Elói de Souza no Rio Grande do Norte (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM, 2011).

No que se refere às plantas, uma das espécies invasoras mais conhecidas é o nim indiano, uma árvore da família Meliaceae. O nim causa impactos significativos em seu processo de invasão biológica, competindo com outras espécies arbóreas

em ambientes florestais e dominando através da ação de substâncias alelopáticas, que inibem a germinação de espécies nativas (SANTOS, 2020). Em ecossistemas abertos, o nim substitui a vegetação de pequeno porte e se torna dominante à medida que a invasão progride (LIMA, 2012). O nim também possui efeitos inseticidas que podem impactar negativamente os polinizadores. Suas folhas, flores e sementes contêm compostos químicos que podem matar ou repelir insetos, incluindo polinizadores (PAULA, 2017). Estes compostos reduzem a disponibilidade de pólen e néctar para os polinizadores, prejudicando a reprodução de plantas nativas e cultivadas. Estudos realizados na Índia mostraram que o nim reduziu a atividade dos polinizadores em até 70% e diminuiu a produção de frutos em árvores frutíferas (MISHRA, 2010).

Para enfrentar o problema das espécies exóticas invasoras, a experiência internacional sugere que medidas preventivas são mais eficazes e menos custosas do que ações pós-invasão (MMA, 2013). Governos estaduais e municipais devem reconhecer precocemente as ameaças das invasões biológicas e adotar medidas preventivas e de controle, alinhadas com a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras (Resolução Conabio nº 5/09) e os compromissos do Brasil com a Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB, 1992).

Medidas de conscientização popular, disseminação de conhecimento e implementação de políticas preventivas são fundamentais para o combate eficaz às espécies exóticas invasoras. Um exemplo notável foi a erradicação do mosquito *Aedes aegypti* no Brasil em 1955, embora ele tenha sido reintroduzido posteriormente devido ao relaxamento das medidas de controle (FIOCRUZ, 2016). Assim, a conscientização contínua e a manutenção de esforços preventivos e de controle são essenciais para a gestão eficaz das espécies exóticas invasoras e a proteção da biodiversidade.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma plataforma digital interativa e acessível para catalogar as principais espécies exóticas invasoras no estado do Rio Grande do Norte, oferecendo informações detalhadas sobre sua distribuição geográfica, características e impactos, com o objetivo de conscientizar a população, pesquisadores e tomadores de decisão, como gestores ambientais, autoridades governamentais e líderes comunitários, sobre a importância do monitoramento e controle dessas espécies.

Para alcançar esse objetivo geral, serão estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Catalogar e descrever cada espécie invasora identificada:
 - Fornecer informações abrangentes sobre a origem, características biológicas, modos de dispersão, impactos ambientais e estratégias de controle.
- Conceber e implementar uma plataforma online intuitiva e de fácil navegação:
 - Utilizar tecnologias avançadas para assegurar a interatividade, acessibilidade e constante atualização dos dados.
- Disponibilizar recursos informativos sobre prevenção, detecção e controle:
 - Oferecer guias e ferramentas práticas para auxiliar na identificação e manejo das espécies invasoras.
- Fomentar a colaboração entre pesquisadores, gestores e a comunidade:
 - Facilitar o intercâmbio de informações e estratégias entre diferentes stakeholders, visando uma abordagem integrada e eficaz no combate às espécies exóticas invasoras.
- Promover a conscientização pública sobre as problemáticas associadas às espécies invasoras:
 - Incentivar a participação ativa da sociedade no monitoramento e controle dessas espécies, através de campanhas educativas e engajamento comunitário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica desta pesquisa é estruturada em dois pilares principais: uma análise dos danos causados por espécies invasivas e uma avaliação da relevância de plataformas educativas online.

2.1 PREJUÍZOS DE ESPÉCIES INVASIVAS

Espécies invasoras são um dos maiores desafios para a conservação da biodiversidade global. Esses organismos exóticos são introduzidos em ecossistemas onde não são nativos, competindo com as espécies locais e perturbando o equilíbrio ambiental. Isso pode levar à perda de biodiversidade, danos aos recursos naturais e humanos e alterar o funcionamento dos ecossistemas (HOBBS, 2019). A introdução dessas espécies pode ocorrer de diversas formas, como por meio do transporte de cargas, turismo, aquicultura e comércio de animais e plantas exóticas. Muitas vezes, essas introduções são acidentais, mas mesmo quando intencionais, os impactos ecológicos e econômicos podem ser severos e difíceis de mitigar (CARVALHO, 2020).

A presença de espécies invasoras em ecossistemas não-nativos pode ter graves consequências para a biodiversidade local e para a saúde humana. A competição por recursos essenciais, como água, alimento e abrigo, entre espécies invasoras e nativas, pode causar um declínio significativo na biodiversidade e desequilíbrio no ecossistema, ameaçando a sobrevivência das espécies nativas e afetando o funcionamento ambiental (RITCHER, 2019). Além disso, essas espécies podem modificar habitats, alterar ciclos de nutrientes e até mesmo causar mudanças no clima local, exacerbando ainda mais os problemas ambientais (MILLER, 2021).

Espécies invasoras podem causar grandes danos à pesca, como a redução da produtividade, o declínio de espécies nativas e a transmissão de doenças. Um exemplo é o peixe-leão (Pterois) em Fernando de Noronha (BARBOSA, 2019). Nativo dos Oceanos Índico e Pacífico, o peixe-leão foi introduzido acidentalmente no Atlântico, provavelmente por aquários ou tanques de peixes de água salgada. Este predador voraz consome uma variedade de peixes, incluindo espécies nativas de Fernando de Noronha. (DINIZ, 2022). Estudos mostram que o peixe-leão pode reduzir as populações de peixes nativos em até 80%. Além disso, ele pode transmitir doenças às espécies nativas, agravando os danos causados (LIMA, 2023).

Além de prejudicar a pesca, o peixe-leão também pode impactar a aquicultura

(BATISTA, 2020). Sua presença pode desequilibrar ecossistemas marinhos locais, afetando a biodiversidade e as populações de peixes nativos, e influenciando áreas adjacentes como estuários e manguezais, cruciais para a saúde das zonas costeiras (CHEW, 2008). No entanto, os danos que esta espécie causa à agricultura são mínimos comparados a outras invasoras, como o capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees). Crescendo rapidamente e formando densos aglomerados, o capim-annoni ocupa grandes áreas de água (SILVA, 2022), reduzindo a disponibilidade de habitat para peixes devido à baixa transparência e oxigenação, o que dificulta a alimentação, reprodução e desenvolvimento dos peixes (OLIVEIRA, 2020).

O capim-annoni, uma planta agressiva, espalha-se rapidamente, sufocando culturas agrícolas e servindo de abrigo para insetos pragas, afetando a produção agrícola (FREIRE, 2019). Pode reduzir a produtividade das pastagens em até 50% (SILVA, 2022) e dificultar o acesso ao gado. Quando cresce descontroladamente, forma touceiras densas que dificultam a movimentação do gado, resultando em perdas econômicas (ALVES, 2021). Os casos do peixe-leão e do capim-annoni ilustram os danos que as espécies invasoras podem causar à pesca e à agricultura (IBAMA, 2023).

Além dos impactos econômicos diretos, as espécies invasoras também têm efeitos sociais, como a perda de empregos em comunidades dependentes da pesca ou da agricultura afetadas (PEREIRA, 2018). A invasão biológica pode alterar profundamente o modo de vida das pessoas, especialmente em áreas rurais, onde a economia local depende fortemente dos recursos naturais (FONSECA, 2017). Práticas adequadas de manejo dessas espécies são necessárias, com os custos de controle atribuídos aos beneficiários e responsáveis pela introdução. O princípio do poluidor-pagador pode ser aplicado, considerando a invasão como uma forma de poluição biológica e levando em conta todos os custos ambientais, econômicos e sociais relacionados à proliferação da espécie além do ponto de introdução inicial (MMA, 2013).

Portanto, é crucial adotar medidas eficazes para prevenir a introdução e disseminação de espécies invasoras em ecossistemas não-nativos. A cooperação internacional, a implementação de políticas rigorosas de controle e a conscientização pública são essenciais para proteger a biodiversidade, manter o equilíbrio dos ecossistemas e garantir a segurança e saúde humana (ICMBIO, 2019; IAP, 2005).

Recomenda-se a adoção imediata de ações para prevenir a introdução de novas espécies invasoras, como a regulamentação do comércio de espécies exóticas e a implementação de medidas de controle e erradicação nas áreas já afetadas (ICMBIO, 2019). Além disso, é importante investir em pesquisas para entender melhor os impactos das espécies invasoras e desenvolver estratégias eficazes para combatê-las. Essas pesquisas podem fornecer dados críticos para a criação de políticas públicas e para a conscientização da sociedade sobre a importância de proteger nossos ecossistemas (NOGUEIRA, 2021).

2.2 IMPORTÂNCIA DE SITES EDUCATIVOS

Os sites educativos desempenham um papel fundamental na disseminação de conhecimento e na conscientização sobre questões sociais, ambientais e econômicas. Essas plataformas oferecem uma abordagem interativa e acessível para educar e envolver a comunidade em temas relevantes (SANTOS, 2019). Por meio dessas plataformas, é possível não apenas informar, mas também inspirar ações positivas.

Além disso, é importante investir em pesquisas para entender melhor os impactos das espécies invasoras e desenvolver estratégias eficazes para combatê-las, assim como alguns sites já existentes que têm como foco principal tratar de outras questões ambientais também muito importantes.

O site de Educação Ambiental da ONG WWF-Brasil é um exemplo notável, pois além de fornecer informações sobre a preservação do meio ambiente, também promove ações práticas, como campanhas de conscientização e projetos de conservação (BRASIL, 2008).

O Greenpeace, por sua vez, utiliza sua plataforma online para engajar indivíduos em campanhas ambientais globais, fornecendo informações detalhadas sobre problemas como mudanças climáticas, poluição e conservação da natureza (GREENPEACE, 2024). Essas iniciativas não apenas educam, mas também mobilizam pessoas em todo o mundo para adotar comportamentos mais sustentáveis e participar ativamente na resolução de problemas ambientais.

Da mesma forma, o Instituto Akatu foca em conscientizar sobre o consumo consciente e sustentável, oferecendo recursos educativos e incentivando ações que promovam a responsabilidade na utilização de recursos naturais (INSTITUTO AKATU, 2023). Essas plataformas não só educam sobre questões cruciais, mas

também estimulam mudanças de comportamento que podem ter impactos positivos na sociedade e no meio ambiente.

Desta forma, podemos ver a importância do uso da tecnologia, como sites educativos, quando em conjunto com pautas sociais presentes no cotidiano. Um website dedicado às questões específicas do Rio Grande do Norte pode desempenhar um papel crucial ao se tornar uma fonte confiável de informações atualizadas sobre desafios locais. Isso pode inspirar ações locais e regionais para lidar com problemas como a proliferação de espécies invasivas, incentivando a colaboração entre pesquisadores, autoridades locais e comunidades para encontrar soluções eficazes e sustentáveis.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para coletar opiniões e sugestões dos usuários, será aplicado um formulário de pesquisa, com perguntas específicas, voltadas ao conhecimento do público acerca da problemática das espécies exóticas invasoras, a fim de avaliar a usabilidade e funcionalidade do website proposto.

Com base nisso, serão definidos os requisitos funcionais e não funcionais da plataforma. Esses questionários serão elaborados de forma a coletar dados relevantes sobre práticas agrícolas, uso de pesticidas, desafios enfrentados e outras informações pertinentes.

Os formulários serão criados de maneira estruturada e com recursos avançados oferecidos pela ferramenta, como perguntas condicionais e validações de dados. Isso garantirá a qualidade e precisão das respostas obtidas.

A distribuição dos formulários será feita por meio de links compartilháveis ou incorporação em páginas da web, facilitando o acesso e a participação. A coleta das respostas será automatizada e segura, ocorrendo diretamente na plataforma de Formulários do Google.

Após a coleta dos dados, estes serão tratados e organizados para facilitar a análise. Serão aplicadas técnicas estatísticas e ferramentas de visualização de dados para interpretar as informações coletadas, identificar padrões e tendências, e gerar relatórios compreensíveis e informativos.

Essa abordagem utilizando a ferramenta Formulários do Google para a coleta de dados visa fornecer uma visão ampla do quanto os usuários conhecem acerca das espécies exóticas invasoras e se são capazes de reconhecer os efeitos danosos que elas trazem. Assim, serão obtidas informações valiosas para a tomada de decisões e aprimoramento do website.

Foi utilizado o software Figma para a criação e desenvolvimento do protótipo do website, o que permitiu a visualização e testes prévios antes de sua implementação. Através de suas funcionalidades de prototipagem interativa, foi possível simular a navegação do usuário e testar fluxos de interação, garantindo uma experiência mais intuitiva e eficiente. Além disso, o uso do Figma ajudou a manter a consistência do design, com componentes reutilizáveis e um sistema de design bem estruturado, resultando em um desenvolvimento mais ágil e organizado.

4 RESULTADOS PARCIAIS (PROTÓTIPO)

REFERÊNCIAS

ALVES, R. Impactos da invasão do capim-annoni (*Echinochloa crus-galli*) na pesca artesanal em Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, Maranhão, v. 26, n. 1, p. 1-10, jan./jun. 2021.

BARBOSA, G. M. Impactos da invasão do peixe-leão (*Pterois volitans*) na pesca artesanal de Fernando de Noronha, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, v. 66, n. 4, p. 635-645, out./dez. 2019.

CDB. Convenção sobre Diversidade Biológica. 1992. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

FERREIRA, Oliveira; OLIVEIRA, Oliveira. Espécies invasoras: um problema ambiental crescente. *Revista Eletrônica do Vestibular da UERJ*, Rio de Janeiro, 2015.

IAP. Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade. 2005. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/unidades_de_conservacao.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

IBAMA. Sobre as espécies exóticas invasoras. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras/sobre-as-especies-exoticas-invasoras>. Acesso em: 11 mai. 2024.

ICMBIO. Guia Técnico de Prevenção de Invasão Biológica Associada a Atividades de Empreendimentos Licenciáveis em Unidades de Conservação Federais. 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Pub_GuiaTecPrev_ICMBio_v7_29Abr22_FINAL_WEB_Governo_Federal-compactado.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

KORMONDY, E. J. *Ecologia Humana*. São Paulo: Editora Atheneu, 2013.

LEÃO, T.; ALMEIDA, W.; DECHOUM, M. *Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste*

do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. 2011. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/lcb/lerf/divulgacao/recomendados/outros/leao2011.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

OLIVEIRA, R. G.; CARDOSO, E. N.; ZANIN, M. L. O capim braquiária como invasora no cerrado: uma revisão. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Brasília, v. 17, n. 4, p. 1055-1065, 2015.

SAMPAIO, A.; SCHMIDT, I. B. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. Disponível em: <http://quintalflorestal.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Especies-Exoticas-e-Invasoras-em-Unidades-de-Conservacao-Federais-no-Brasilpdf.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2024.

SANTOS, M. F. The role of educational websites in public awareness and social problem solving. Computers and Education, Washington, D.C., v. 133, p. 152-164, 2019.

SILVA, F. C. Caramujo-gigante-africano: uma ameaça à biodiversidade brasileira. Biota Neotropica, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. e20180268, 2019.

SOUZA, R. M. Contaminação biológica: um problema emergente. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

ZILLER, R.; ZALBA, Z. Natureza e conservação. Moodle UFSC, Florianópolis, 2007. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/mod/resource/view.php?id=437124>. Acesso em: 06 mai. 2024.