

RESUMO EXPANDIDO

ABELHAS & BIOMAS: TECNOLOGIA INTERATIVA NA IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO E CAATINGA

Daphne Moraes Sousa¹, Klendson Medeiros da Silva², Jerlane Sousa Oliveira³, Charles Pires da Silva⁴, Luciana Barboza Silva⁵

Introdução

O Cerrado e a Caatinga constituem biomas brasileiros de excepcional relevância biológica, caracterizados por ricas interações ecológicas, complexidade estrutural e elevados índices de endemismo. O Cerrado, reconhecido como a savana mais biodiversa do planeta, apresenta uma vegetação marcada por árvores de troncos tortuosos, cascas espessas e raízes profundas adaptadas à estacionalidade climática. A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro de clima semiárido, apresenta vegetação xerófila caducifólia, cujas adaptações morfológicas e fisiológicas operam de modo síncrono com a variabilidade das precipitações. Nesses cenários, as abelhas nativas sem ferrão (meliponíneos) exercem um papel vital como os principais agentes polinizadores bióticos, exercendo um papel ecológico insubstituível. Elas são diretamente responsáveis pela reprodução cruzada e pela manutenção da variabilidade genética de até 90% das espécies vegetais arbóreas e arbustivas nativas. Adicionalmente, estes insetos desempenham uma função socioeconômica vital no incremento e na sustentabilidade da produtividade agrícola familiar regional. Apesar dessa importância central, os ecossistemas do Cerrado e da Caatinga enfrentam pressões severas decorrentes da expansão da fronteira agrícola e do desmatamento indiscriminado. Esse cenário ganha contornos ainda mais graves em razão das queimadas anuais e da severa escassez de chuvas em locais específicos da região, fatores climáticos que desestruturam as populações selvagens de polinizadores. Paralelamente a esta crise de conservação, constata-se um profundo e persistente desconhecimento público generalizado sobre a fauna de meliponíneos nativos, frequentemente preteridos na percepção social pelas abelhas exóticas do gênero *Apis*. Isso decorre da necessidade de maior transposição do conhecimento sobre o semiárido e as savanas brasileiras para recursos pedagógicos lúdicos. Por isso, surge a relevância do desenvolvimento e da avaliação de ferramentas tecnológicas que transformem essas informações

¹ Universidade Federal do Piauí (IFPI)

² Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ)

sobre as abelhas nativas em uma linguagem acessível para a educação básica, com o objetivo de ampliar a divulgação científica regional.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em criar e avaliar um aplicativo móvel interativo e gamificado como ferramenta de divulgação científica e educação ambiental focada na biodiversidade de abelhas nativas do Cerrado e da Caatinga, por meio de sua exposição em uma feira de ciências aberta à comunidade escolar e ao público geral.

Como objetivos específicos, delimitaram-se: descrever as funcionalidades internas da ferramenta digital, abrangendo a curadoria de dados biológicos dos biomas e o catálogo de espécies; estruturar um stand interativo para mediação tecnológica via tablet; mensurar quantitativamente a retenção cognitiva imediata de conteúdos biológicos por meio do desempenho gerado em um quiz interativo; e analisar qualitativamente a percepção ambiental e a aceitação tecnológica dos usuários através de uma escala visual adaptada.

Metodologia

O procedimento metodológico estruturou-se em três fases interdependentes e complementares. A primeira fase consistiu na etapa de engenharia e desenvolvimento tecnológico do software móvel, realizada em cooperação técnica com a área de Informática do Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ). Esta fase envolveu a curadoria conceitual das características fitofisionômicas e impactos antrópicos do Cerrado e da Caatinga, levantamento iconográfico de espécies nativas obtidas de bases científicas e a programação de uma interface gráfica do usuário responsiva e acessível. A segunda etapa constituiu a intervenção pedagógica na feira de ciências. No stand, os visitantes foram recepcionados e direcionados à utilização de um tablet institucional disponibilizado na bancada física da exposição. Na tela do tablet, os usuários exploraram as seções conceituais dos ecossistemas e o catálogo iconográfico de abelhas nativas, executando em seguida o módulo gamificado composto por um quiz de 10 questões de múltipla escolha. Como mecanismo de reforço positivo e estímulo à competitividade saudável, instituiu-se uma dinâmica de premiação baseada nas notas obtidas: os participantes que alcançaram a nota máxima (nota 10) foram contemplados com chaveiros temáticos de abelhas nativas, enquanto os usuários com desempenho imediatamente subsequente (notas 8 e 9)

receberam kits de bloquinhos de notas personalizados. Para os demais rendimentos (notas iguais ou inferiores a 7), adotou-se o reconhecimento verbal com agradecimento pedagógico pela colaboração científica voluntária. A terceira etapa abrangeu a coleta e análise de dados de forma estritamente anônima. Os índices quantitativos de erros e acertos no quiz foram coletados por meio da conferência visual direta na tela do tablet no exato momento de encerramento da rodada de jogos de cada participante. Essa nota foi imediatamente anotada e tabulada pela equipe junto ao município de origem do usuário em uma planilha de controle físico fixada em pranchetas, evitando a perda de registros decorrente da rotação do software. Os dados qualitativos de percepção ambiental foram capturados imediatamente após o quiz de forma externa ao aplicativo, por meio de um questionário físico impresso disponibilizado nas pranchetas do stand. Este instrumento foi adaptado com uma escala visual de cinco pontos baseada em emojis para facilidade de leitura e preenchimento. Os dados coletados foram analisados via estatística descritiva elementar.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na fase de desenvolvimento e validação técnica do aplicativo revelaram a consolidação de uma plataforma digital estruturada em três pilares principais de navegação: módulos conceituais dos ecossistemas, catálogo digital iconográfico de meliponíneos e o módulo gamificado do quiz de conhecimentos. No pilar conceitual dos biomas, o aplicativo apresentou textos simplificados via transposição didática, correlacionando os fatores climáticos e os impactos ecológicos do desmatamento à dependência mútua existente entre a reprodução das fanerógamas e o trabalho de coleta de recursos e polinização desempenhado pelas abelhas sem ferrão nativas do Cerrado e da Caatinga. No catálogo iconográfico das espécies, o aplicativo implementou fichas técnicas associadas a imagens em alta definição, permitindo que o usuário identificasse características macroscópicas e morfológicas de meliponíneos fundamentais, divididos conforme sua predominância nos ecossistemas estudados. Foram exibidas abelhas típicas do ambiente semiárido da Caatinga, como a Mandaçaia (*Melipona mandacaia*) e a Munduri (*Melipona asilvai*), bem como espécies endêmicas ou características das savanas do Cerrado, a exemplo da Uruçu-Amarela (*Melipona rufiventris*) e da Uruçu-nordestina (*Melipona scutellaris*). Cada ficha forneceu dados sobre hábitos de nidificação e organização das colônias, atuando na desmistificação do medo associado a esses insetos. O módulo gamificado, constituído por um quiz interativo de 10 questões, operou sob a premissa do aprendizado baseado em jogos. Ao invés de uma avaliação punitiva, o aplicativo acionou respostas visuais e

animações interativas instantâneas a cada clique nas alternativas. Esse feedback imediato e estritamente visual atuou diretamente na captura da atenção e no engajamento dinâmico. O fornecimento de um tablet dedicado na bancada eliminou barreiras técnicas de conectividade e compatibilidade dos aparelhos pessoais dos visitantes, otimizando o fluxo de atendimento. A conferência instantânea da pontuação final na tela do dispositivo no ato da premiação permitiu que a equipe fizesse o registro seguro e imediato do desempenho cognitivo.

Tabela 1. Modelo de planilha física de controle para registro de atendimento e entrega de brindes pedagógicos no stand.

Atendimento	Origem do Participante	Desempenho no Quiz	Categoria de Brinde Concedido
01	[] B. Jesus [] Outro	[] ≤ 7	[] Agradecimento Verbal
		[] 8-9	[] Kit Bloquinho
		[] 10	[] Chaveiro
02	[] B. Jesus [] Outro	[] ≤ 7	[] Agradecimento Verbal
		[] 8-9	[] Kit Bloquinho
		[] 10	[] Chaveiro
03	[] B. Jesus [] Outro	[] ≤ 7	[] Agradecimento Verbal
		[] 8-9	[] Kit Bloquinho
		[] 10	[] Chaveiro

Tabela 1: A dinâmica de distribuição de brindes, associada à interatividade do tablet, revelou-se um eficiente mecanismo de atração, expandindo o tempo de fixação do visitante nas bancadas e estimulando o debate comunitário ativo em torno da conservação das abelhas regionais. A aplicação do questionário impresso separado permitiu coletar impressões de forma paralela ao fluxo do tablet. A transição da escala avaliativa para emojis garantiu maior inclusão para o público em geral e crianças do ensino fundamental.

Tabela 2. Instrumento de avaliação qualitativa do aplicativo móvel baseado em escala visual de percepção (emojis).

Item Avaliado no Formulário	 Muito Ruim	 Ruim	 Neutro	 Bom	 Excelente
1. Facilidade de uso e navegação pelas telas	[]	[]	[]	[]	[]
2. Clareza das informações e das imagens das abelhas	[]	[]	[]	[]	[]
3. Nível de diversão e interatividade do quiz no tablet	[]	[]	[]	[]	[]
4. Importância do aplicativo para aprender sobre os biomas	[]	[]	[]	[]	[]
5. Desejo de proteger as abelhas nativas após a experiência	[]	[]	[]	[]	[]

Tabela 2: Estrutura do questionário físico impresso aplicado de forma externa e paralela à experiência tecnológica no stand. O instrumento utilizou uma escala visual de cinco pontos baseada em emojis para avaliar de forma lúdica a satisfação técnica dos usuários com o software e a eficácia da ferramenta na sensibilização ambiental imediata dos visitantes, garantindo acessibilidade na leitura para o público em idade escolar.

Conclusões

O desenvolvimento do aplicativo móvel demonstrou a viabilidade técnica e pedagógica de integrar a tecnologia digital móvel e a gamificação às práticas de educação ambiental voltadas à educação básica. A estruturação dos módulos informativos de biomas e o catálogo de espécies supriram a carência local de materiais didáticos contextualizados sobre as savanas e o Semiárido. O quiz gamificado mostrou-se eficiente para atrair os visitantes e facilitar a fixação imediata dos conteúdos biológicos durante o evento.

Concluiu-se que o projeto cumpriu sua função social de transposição didática e extensão escolar, consolidando uma metodologia replicável para feiras de ciências que promoveu o engajamento comunitário voluntário, eliminou barreiras de infraestrutura local e fomentou o surgimento de uma consciência ecológica coletiva voltada à conservação das abelhas nativas sem ferrão.

Referências bibliográficas

BRASIL. 2004. Resolução Conama nº 364, de 17 de agosto de 2004 – Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários. **Publicação DOU** nº 158, de 17/08/2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomes and Coastal-Marine System of Brazil Map**: scale 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

[IBGE](https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomas.html) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cerrado Biome**: environmental and geographic overview of Brazilian savannas [Bioma Cerrado: panorama ambiental e geográfico das savanas brasileiras]. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Available from: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomas.html>. Accessed on: 11 jun. 2026.

MARCHIORO, Matheus T. *et al.* Predicting climate change impacts on crop pollinators in Brazil: distribution shifts and conservation challenges for stingless bees. **Sociobiology**, Feira de Santana, v. 67, n. 4, p. 521-534, Dec. 2020.

MOURE, Jesus Santiago; URBAN, Danúncia; MELO, Gabriel Augusto Rodrigues de (orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**: online version. Curitiba: Centro de Referência em Informação Ambiental, 2013. Available from: <https://moure.cria.org.br>. Accessed on: 11 jun. 2026.

NOGUEIRA, David Silva *et al.* As abelhas "sem-ferrão" dos biomas brasileiros: o Brasil possui a maior biodiversidade de abelhas "sem-ferrão" do planeta, essenciais para o funcionamento dos ecossistemas e com grande potencial econômico. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 1-7, dez. 2023.

RAMOS, Marina *et al.* Nesting biology and foraging of *Centris (Ptilotopus) maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini) [Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini)]. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 899–907, Dec. 2007.

SERRA, Bruna Daniela Valdevino *et al.* Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de cerrado do Maranhão. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 1, p. 12-18, mar. 2009.

SILVA, M. A. *et al.* One biodiversity: Conservation of stingless bee bibliometrics and legal progress protecting pollinators; thus, their nest materials, microbiome, and active biomolecules. **Medical Research Archives**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 1-18, Mar. 2026.

SOUZA, Kátia S. *et al.* Richness and diversity of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Cerrado fragments. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 289-301, June 2021.

