

# BIOTEC: desenvolvimento e avaliação de um aplicativo móvel para o ensino de biotecnologia

## RESUMO

A Biotecnologia é uma área de estudo multidisciplinar que associa diretamente ciência e tecnologia. As questões biotecnológicas e seus produtos afetam a vida da população, o que torna sua abordagem indispensável na escola. Diante disso, o objetivo deste estudo foi desenvolver e avaliar um aplicativo educacional para dispositivos móveis com os principais conceitos e aplicações da Biotecnologia. Para tanto, realizou-se uma pesquisa que se utiliza de métodos mistos. O instrumento de coleta de dados foi o questionário impresso, e a análise temática foi a técnica para a análise e discussão dos dados. Participaram da pesquisa trinta estudantes do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Santa Helena (PB). O aplicativo desenvolvido foi denominado BIOTEC, indicado, inclusive, na Proposta Curricular do Ensino Médio do estado da Paraíba. Os resultados demonstraram que o uso do aplicativo BIOTEC como ferramenta de ensino de Biotecnologia tem potencial para contribuir com a formação científica, tecnológica e cidadã dos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biotecnologia; Ensino de Biologia; Tecnologias digitais.

# BIOTEC: development and evaluation of a mobile application for biotechnology teaching

## ABSTRACT

Biotechnology is a multidisciplinary-study area that has associated science and technology. Biotechnology issues and its products have affected people's lives, so that its approach gets essential at school. Thus, this study aims at developing and evaluating an educational application (app) for mobile devices with the main concepts and applications of biotechnology. So, a mixed-methods research was carried out. The instrument for data collection was a printed questionnaire, and a thematic analysis was the technique for data analysis and discussion. Thirty students from high school of a state public school in Santa Helena city - PB participated in this research. The developed app was named as BIOTEC, and it is designated in the Curricular Proposal of Paraíba State for High School. The results showed that the use of BIOTEC app, as a Biotechnology teaching and scientific dissemination tool, can contribute to the scientific, technological and citizen training of students.

**KEYWORDS:** Biotechnology; Teaching Biology; Digital technologies.

Jairo Ribeiro de Lima

[jairolima@alu.ufc.br](mailto:jairolima@alu.ufc.br)

[orcid.org/0000-0001-5826-6192](https://orcid.org/0000-0001-5826-6192)

Universidade Federal do Ceará (UFC),  
Fortaleza, Ceará, Brasil

Luis Fernando Marques-Santos

[marques@dbm.ufpb.br](mailto:marques@dbm.ufpb.br)

[orcid.org/0000-0002-0243-2283](https://orcid.org/0000-0002-0243-2283)

Universidade Federal da Paraíba  
(UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil

## INTRODUÇÃO

A Biotecnologia é um campo de estudo abrangente e diversificado que engloba a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, gerando impactos em diversos setores da sociedade. Com esse intuito, essa ciência recorre a diferentes conhecimentos multidisciplinares para o desenvolvimento de produtos e processos úteis, ou, ainda, para a resolução de problemas, a partir da utilização de agentes biológicos (organismos, células, moléculas) e seus derivados (Bruno, 2014; Malajovich, 2016).

Em diferentes níveis, as biotecnologias afetam a população de várias formas, e muitas pessoas não estão suficientemente preparadas para compreender as implicações dessas tecnologias em suas vidas (Fonseca & Bobrowski, 2015). Assim, é de extrema importância promover uma abordagem adequada e esclarecedora da Biotecnologia no ambiente escolar, de modo a possibilitar aos estudantes uma maior interação com pesquisas científicas tanto básicas quanto aplicadas. Esse enfoque é crucial para possibilitar tomadas de decisões críticas, por parte da sociedade em geral, acerca de questões que envolvem diferentes artefatos biotecnológicos, tais como a vacinação ou o consumo de alimentos geneticamente modificados (Krasilchik, 2019).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na etapa do Ensino Médio, a Biotecnologia é destacada como um conhecimento conceitual que deve ser mobilizado para o desenvolvimento de competências específicas relacionadas à investigação de situações-problema e avaliação das aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico. São mencionados no documento, por exemplo, a aplicação da tecnologia do DNA recombinante, o emprego de células-tronco, as neurotecnologias, a produção de tecnologias de defesa, o controle biológico de pragas e a vacinação (Brasil, 2018). Entretanto, Lima e Marques-Santos (2022) destacam que, “[...] apesar de compor o currículo da Educação Básica, as temáticas biotecnológicas têm passado de maneira imperceptível no cotidiano escolar” do Ensino Médio.

Levando em consideração esses aspectos, a utilização de aplicativos educacionais emerge como uma alternativa viável para o ensino e a divulgação da Biotecnologia na escola, tendo em vista os potenciais das tecnologias digitais para os processos educativos. Todavia, de acordo com Silveira e Cogo (2017), é importante observar que o simples uso da tecnologia não garante avanços na aprendizagem. É fundamental a implementação de estratégias pedagógicas que permitam uma abordagem crítica e contextualizada, avaliando a realidade do estudante e estimulando sua autonomia e colaboração na construção do conhecimento.

Em todo caso, a integração das tecnologias digitais no processo ensino-aprendizagem tem se tornado cada vez mais essencial, ponderando que o uso de dispositivos móveis é uma realidade incontestável para a maioria da população brasileira e mundial. Consoante com a *Global System for Mobile Communications* (GSMA), uma instituição global de telefonia móvel, existem aproximadamente 5 bilhões de dispositivos móveis conectados à internet. No estado da Paraíba, por exemplo, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) relatou quase 4 milhões de acessos à rede somente em fevereiro de 2019 (Tabela 1).

**Tabela 1**

*Acesso dos serviços móveis pessoais no estado da Paraíba*

Brasil	Acesso em fevereiro de 2018	Acessos (Variação) referente a janeiro de 2019	Acessos (Variação) referente a fevereiro de 2018
Região Nordeste	52.416.742	52.525.990	55.202.150
Paraíba	3.958.746	3.946.437	4.070.063

Fonte: ANATEL (2019).

Durante a *Mobile Learning Week*, evento realizado em Paris, França, em 2013, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) recomendou o uso de smartphones para aprimorar a aprendizagem no ambiente escolar. Para respaldar essa indicação, a UNESCO lançou um guia que apresenta 13 sólidos motivos para a adoção de tecnologias móveis na escola, os quais são mencionados a seguir:

- 1) Amplia o alcance e a equidade da educação;
- 2) Melhora a educação em áreas de conflitos ou que sofreram desastres naturais;
- 3) Assiste alunos com deficiência;
- 4) Otimiza o tempo na sala de aula;
- 5) Permite que se aprenda a qualquer hora e a qualquer lugar;
- 6) Constrói novas comunidades de aprendizagem;
- 7) Dá suporte à aprendizagem *in loco*;
- 8) Aproxima o aprendizado formal e informal;
- 9) Prevê avaliação e *feedback* imediato;
- 10) Facilita o aprendizado personalizado;
- 11) Melhora a aprendizagem contínua;
- 12) Melhora a comunicação;
- 13) Melhora a relação custo, benefício da educação (UNESCO, 2014, p. 4).

Nessa perspectiva, em conformidade com Martins *et al.* (2018, p. 3), a forma de aprendizagem por meio de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, é denominada "*mobile learning* ou *m-learning*, ou, ainda, aprendizagem móvel". Esses termos são utilizados pelos autores para descrever um conjunto de práticas e atividades educacionais desenvolvidas através de dispositivos tecnológicos. Diversas pesquisas confirmam que o uso de tecnologias móveis na escola proporciona importantes oportunidades pedagógicas, baseadas na construção colaborativa do conhecimento, aberta às experiências e conhecimentos prévios dos alunos, e especialmente eficaz para despertar o interesse deles (Nagumo & Teles, 2016).

É inegável que a utilização didática de tecnologias móveis, notadamente *smartphones*, oferece diversas possibilidades e oportunidades, mas também apresenta desafios que precisam ser abordados e superados. Na primeira via, as ferramentas tecnológicas possuem potenciais pedagógicos significativos, capazes de promover uma dinâmica mais eficiente no processo de ensino e aprendizagem. A tecnologia digital oportuniza ao usuário interação não mais apenas com o objeto em si (a máquina ou ferramenta), mas também com a informação, o conteúdo e suas dimensões (Lemos, 2013).

Em outra via, segundo Coll e Monereo (2010, p. 80), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) estão “[...] cada vez mais presentes no contexto escolar para modificar o ensino-aprendizagem, no entanto, podem promover mudanças no trabalho pedagógico do professor”. De tal modo, é essencial que os professores se dediquem e recebam formação contínua adequada para desenvolver metodologias de ensino que incorporem o ambiente digital.

Logo, a utilização pedagógica de ferramentas tecnológicas nos processos educacionais torna-se imprescindível, principalmente na abordagem de temáticas que envolvem a relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), uma vez que existe uma necessidade, conforme apontada por Cavalcanti e Persechini (2011), de tornar o conhecimento acessível de maneira simplificada e que aborde as preocupações e demandas do mundo moderno. Nesse prisma, a questão que norteou esta pesquisa foi: um aplicativo móvel pode contribuir para o ensino da Biotecnologia no ambiente escolar?

## TECNOLOGIAS DIGITAIS E ENSINO DE BIOLOGIA

Com certa frequência, os professores enxergam o currículo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias como uma lista de conteúdos a serem memorizados de maneira desconectada da realidade. Em particular, as disciplinas de Ciências e Biologia, por vezes, não capturam o interesse dos estudantes devido à excessiva utilização de uma linguagem técnica e complexa (Queiroz & Leite, 2022). Discorrendo sobre o cenário educacional brasileiro e a configuração do currículo escolar do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, Krasilchik (2019, p. 13) pontua que “a Biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, ou uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito”.

O modelo de ensino conteudista, centrado na memorização extensiva de informações e na abordagem predominantemente expositiva em sala de aula, não está alinhado as demandas da sociedade contemporânea. Muitas das práticas de ensino tradicional já não são mais justificadas, resultando em um desperdício de tempo e em níveis insuficientes de aprendizagem e significado para os alunos. Conseqüentemente, esse modelo tende a desmotivar não apenas os estudantes, mas também os professores (Duré *et al.*, 2021).

Especificamente, o papel do professor de Biologia é fundamental para despertar o interesse e desenvolver o pensamento crítico e intelectual dos estudantes diante dos conceitos biológicos e de questões sociocientíficas. Entre essas demandas, destacam-se aquelas relacionadas ao campo da Biotecnologia, como, por exemplo, a produção de transgênicos e os impactos e os dilemas éticos presentes na interseção entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Lima *et al.*, 2023).

O progresso tecnológico expandiu os limites da ciência e ampliou o acesso à informação, diminuindo a importância da memorização no aprendizado. Como resultado, há uma crescente demanda por habilidades como criatividade, comunicação, reflexão crítica, investigação e compreensão da interação entre conhecimento, ambiente e sociedade (Duré *et al.*, 2021). É previsto na

competência geral cinco da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que o estudante da Educação Básica deve “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares” (Brasil, 2018, p. 9).

Nesse cenário, os aplicativos móveis são ferramentas valiosas para o Ensino de Biologia. De acordo com Aguiar *et al.* (2022) há vários aplicativos que podem ser utilizados como auxiliares no ensino de conteúdos de Biologia. Esses autores ainda destacam que é perceptível que as áreas mais contempladas nos estudos sobre aplicações móveis são a Citologia e a Botânica, o que sugere lacunas nos demais campos da Biologia, incluindo a Biotecnologia.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver e avaliar um aplicativo educacional para dispositivos móveis com os principais conceitos e aplicações da Biotecnologia.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi caracterizado como uma pesquisa de métodos mistos. Nesses modelos, ocorre a transposição da “[...] dicotomia quantitativo e qualitativo, colocando de lado a ideia de confronto paradigmático e apostando na complementaridade metodológica da investigação no campo empírico” (Coutinho, 2018, p. 355).

Para a coleta dos dados, optou-se pelo questionário impresso, contendo sete questões abertas e uma fechada, inclusive com uso da escala Likert. Participaram do estudo trinta estudantes das três séries do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Santa Helena (PB).

A técnica para análise e discussão dos dados foi a análise temática que, em consonância com Gil (2018, p. 150), “[...] constitui, pois, um processo que se concentra no exame de temas e na análise das relações que existem entre eles”.

Dentre as atividades desenvolvidas na pesquisa, podem ser elencadas as seguintes:

- a) Desenvolvimento do aplicativo educacional BIOTEC, que abrange conceitos e aplicações da Biotecnologia. O aplicativo foi criado pelos autores deste estudo no período de dezembro de 2018 a maio de 2019.
- b) Aplicação de questionário aos estudantes participantes da pesquisa, antes e depois do uso do aplicativo BIOTEC, (Tabela 2).
- c) Implementação de uma sequência didática com o uso do aplicativo BIOTEC intitulada “Desvendando a Biotecnologia” (Tabela 3), elaborada pelos autores e aplicada a todos os estudantes envolvidos na pesquisa. Buscou-se avaliar a aceitação e a eficácia do aplicativo no esclarecimento dos conceitos biotecnológicos. Essas atividades foram realizadas em maio de 2019, com carga horária total de 12h.
- d) Análise dos questionários à luz dos referenciais Bruno (2014) e Malajovich (2016). Foi estabelecido um paralelo entre as respostas dos estudantes antes e depois da utilização do aplicativo BIOTEC, a fim de avaliar o nível de

conhecimento e a competência do aplicativo em esclarecer conceitos biotecnológicos, bem como sua aceitabilidade pelos estudantes.

**Tabela 2**

*Questionário aplicado aos estudantes*

QUESTÃO	OBJETIVO
O que é Biotecnologia?	Apresentar conceitos de Biotecnologia.
Você conhece alguma aplicação da Biotecnológica? Justifique.	Indicar aplicações da Biotecnologia.
Você considera que a Biotecnologia tem melhorado as condições de vida humana? Justifique.	Entender os impactos da Biotecnologia no desenvolvimento humano.
Qual é a relação existente entre a Biotecnologia e a preservação da biodiversidade?	Estabelecer as relações entre a Biotecnologia e a conservação da biodiversidade.
Você tem conhecimento da Lei de Biossegurança? Justifique.	Citar, genericamente, o que determina a Lei de Biossegurança.
Qual a diferença entre pesquisa básica e pesquisa aplicada?	Diferenciar pesquisa básica de pesquisa aplicada.
Em uma escala de 1 a 5 (1 – sem interesse; 2 – pouco interesse; 3 – interesse mediano; 4 – interesse acima da média; e 5 – muito interesse) qual o seu nível de interesse por temáticas biotecnológicas?	Indicar o nível de interesse por temáticas biotecnológicas.
Como você avalia o aplicativo BIOTEC quanto à abordagem das temáticas biotecnológicas? Elenque críticas e/ou sugestões.	Avaliar o aplicativo BIOTEC quanto à abordagem das temáticas biotecnológicas.

Fonte: Autoria própria (2024).

**Tabela 3**

*Temáticas abordadas na sequência didática*

TEMÁTICA	ATIVIDADE	OBJETIVO
Clarificação de conceitos: Biotecnologia e aplicações biotecnológicas.	Leitura e resolução de Quiz no aplicativo BIOTEC.	Discutir os principais conceitos e aplicações da Biotecnologia.
Histórico da Biotecnologia: Biotecnologia Clássica e Biotecnologia Moderna.	Construção de uma linha do tempo utilizando o aplicativo BIOTEC.	Apresentar o histórico da Biotecnologia.
Biotecnologia: conceitos, produtos e serviços.	Explorando termos e conceitos da Biotecnologia utilizando QR Codes no aplicativo BIOTEC.	Estabelecer às relações entre conceitos, produtos e serviços provenientes da Biotecnologia.

Fonte: Autoria própria (2024).

Quanto aos aspectos éticos, ressalta-se que a realização da pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em 27 maio de 2018, conforme CAAE 88998418.0.0000.5188.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO BIOTEC

O aplicativo educacional desenvolvido recebeu o nome de “BIOTEC” com o intuito de divulgar a Biotecnologia no contexto de aprendizagem formal (e fora dele), servindo como uma ferramenta de ensino. A produção do aplicativo BIOTEC se deu por meio da plataforma *no-code* de construção de aplicativos *Fábrica de Aplicativos*. Em outros termos, o processo de desenvolvimento não exigiu a programação de *softwares* e, portanto, não houve a necessidade de estabelecer parcerias colaborativas.

O aplicativo BIOTEC é gratuito e pode ser acessado atualmente no formato de *Web App*, sendo compatível com as plataformas Android e iOS. Para utilizá-lo, basta acessar o link [app.vc/biotecnologia1](http://app.vc/biotecnologia1) através de um navegador de internet em *smartphones* ou computadores. O manual do aplicativo BIOTEC e outras informações adicionais podem ser localizadas por meio do sítio eletrônico [aplicativobiotec.com](http://aplicativobiotec.com). O aplicativo também se encontra no repositório do portal EduCAPES, no campo “Aplicativo móvel”.

A estrutura do aplicativo BIOTEC (Figura 1) foi concebida com o intuito de tornar os conceitos biotecnológicos mais acessíveis e interativos para os usuários. Sua principal finalidade é servir como uma ferramenta de ensino, estabelecendo uma conexão entre os estudantes e a Biotecnologia, ao mesmo tempo em que tem um potencial importante na divulgação científica do campo biotecnológico. As percepções dos estudantes coletadas durante a pesquisa orientaram a seleção dos conceitos biotecnológicos abordados no conteúdo do aplicativo educacional.

O menu principal do aplicativo BIOTEC é composto por nove abas que versam sobre vários temas da Biotecnologia e uma aba para comunicação entre o usuário e o desenvolvedor (Figura 2), descritas a seguir:

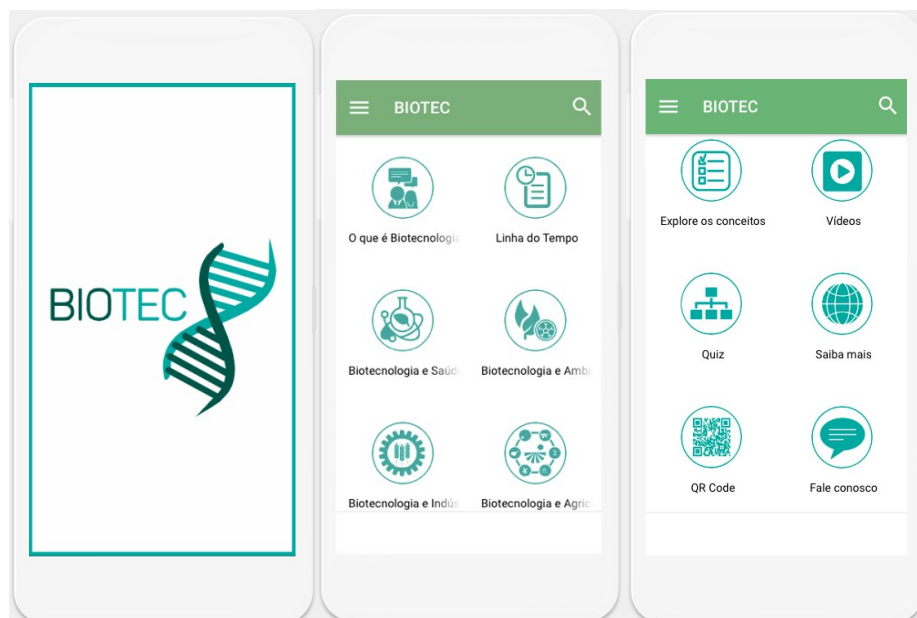
- a) “O que é Biotecnologia?”: Nesta aba, apresentamos o conceito de Biotecnologia, os produtos e serviços resultantes dos processos biotecnológicos e informações relacionadas à Lei de Biossegurança;
- b) “Linha do Tempo”: Aqui, fornecemos um histórico da Biotecnologia, destacando os principais eventos da Biotecnologia Clássica e da Biotecnologia Moderna;
- c) “Biotecnologia e Saúde”: Divulgamos informações sobre as aplicações da Biotecnologia na área da saúde;
- d) “Biotecnologia e Ambiente”: Destacamos informações que relacionam a Biotecnologia às questões ambientais;
- e) “Biotecnologia e Indústria”: Evidenciamos informações sobre a Biotecnologia Industrial;

- f) “Biotecnologia e Agricultura”: Enfatizamos informações sobre a aplicação da Biotecnologia no setor agrícola, com destaque para o uso de organismos geneticamente modificados (transgênicos);
- g) “Explore os conceitos”: Nesta aba, disponibilizamos um glossário de termos relacionados à Biotecnologia, elaborado com base em Torres *et al.* (1999);
- h) “Vídeos”: Indicamos vídeos sobre temas biotecnológicos por meio de um canal no *YouTube*, também denominado de BIOTEC.
- i) “Quiz”: Oferecemos ao usuário a oportunidade de realizar um teste rápido para avaliar seus conhecimentos em Biotecnologia. Ao final do teste, é possível verificar as respostas corretas e incorretas.
- j) “Saiba mais”: Nesta aba, redirecionamos o usuário para o *site* do Conselho Nacional de Informações sobre Biotecnologia (CIB), onde ele encontrará mais informações;
- k) “Fale conosco”: Este espaço serve como um canal de comunicação, permitindo que o usuário envie dúvidas, sugestões ou trate de qualquer assunto relacionado à sua área de interesse.

Destaca-se que o aplicativo BIOTEC foi indicado na Proposta Curricular do Ensino Médio do estado da Paraíba nas orientações pedagógicas da unidade curricular “Aplicações da Biotecnologia”, dentro do itinerário formativo “Tecnologias, Serviços e Sustentabilidade”, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Paraíba, 2020, p. 618).

### Figura 1

Telas principais do aplicativo BIOTEC

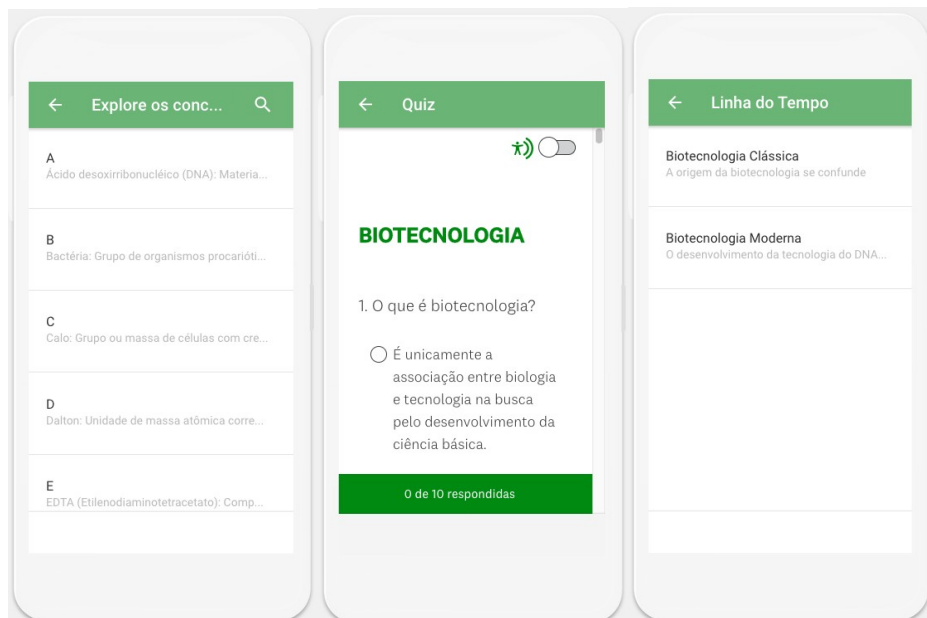


Fonte: Aplicativo BIOTEC (2024).



**Figura 2**

*Exemplos de abas do aplicativo BIOTEC*



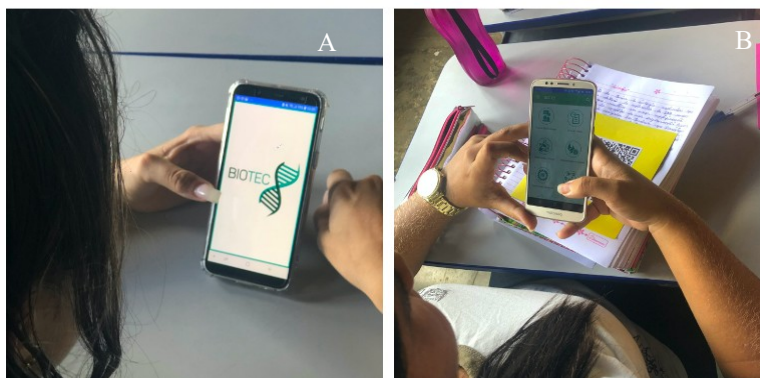
Fonte: Aplicativo BIOTEC (2024).

### AVALIAÇÃO DO APLICATIVO BIOTEC

A avaliação do aplicativo BIOTEC foi realizada mediante a implementação de uma sequência didática com duração de 12 horas, envolvendo trinta estudantes do Ensino Médio, com dez alunos de cada série. Do total de participantes, 65% eram do gênero feminino e 35%, do gênero masculino. Todas as atividades desenvolvidas durante a sequência didática foram diretamente relacionadas ao uso do aplicativo (Figura 3). A principal finalidade da avaliação foi verificar a aceitação e a eficácia do aplicativo em esclarecer conceitos e aplicações da Biotecnologia, além de despertar interesse por temáticas biotecnológicas.

**Figura 3**

*A e B: Utilização do aplicativo BIOTEC pelos estudantes*



Fonte: Acervo dos autores (2019).

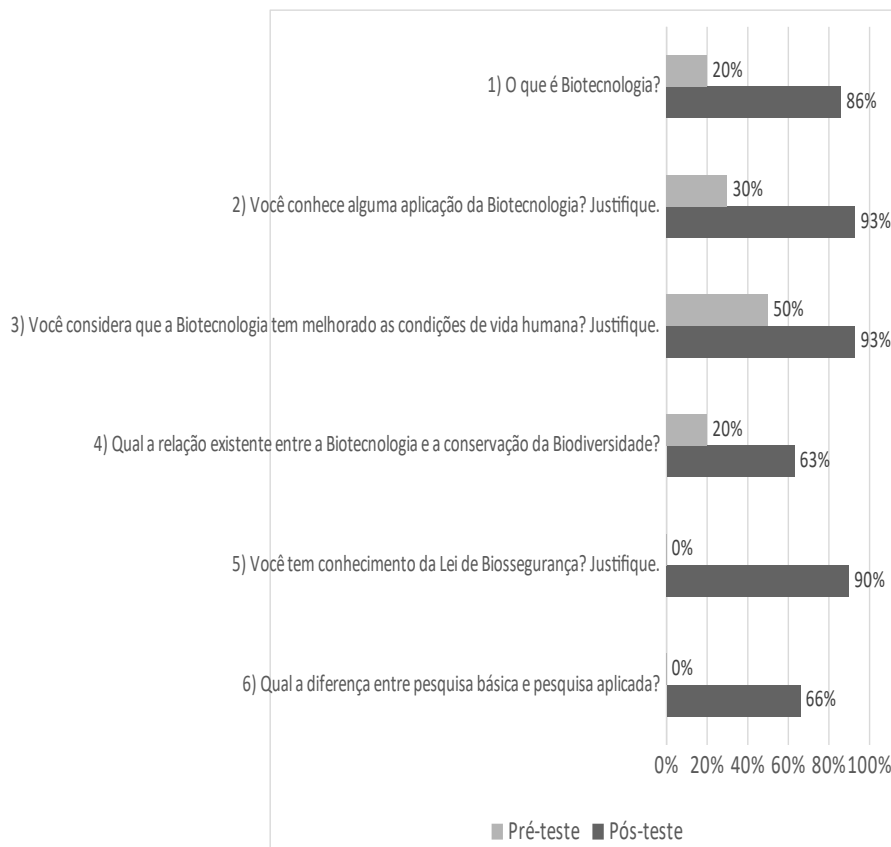
Os resultados a seguir se referem ao questionário aplicado antes e depois da utilização do aplicativo BIOTEC, analisado à luz de Bruno (2014) e Malajovich (2016), por esses autores apresentarem respaldo teórico relevante na área do estudo. Enfatiza-se, no entanto, que as temáticas biotecnológicas compõem o currículo do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (Brasil, 2018), e, por isso, o questionário foi aplicado aos alunos das três séries do Ensino Médio.

No pré-teste e no pós-teste, os discentes foram questionados sobre alguns aspectos da Biotecnologia, especialmente, conceitos, aplicações, relação com a conservação da biodiversidade e impactos na vida humana (questões 1, 2, 3 e 4, respectivamente). Nesse grupo de questões em particular, parte dos estudantes demonstrou domínio das temáticas biotecnológicas ainda no pré-teste, contudo, após a manipulação do BIOTEC nas atividades da sequência didática, a quantidade de acertos cresceu consideravelmente, conforme a Figura 4.

Os alunos ainda foram questionados sobre a Lei de Biossegurança e às diferenças entre pesquisa básica e aplicada (questões 5 e 6). Como mostra ainda a Figura 4, nesses quesitos, todos os estudantes forneceram respostas inadequadas no pré-teste, entretanto, no pós-teste, o número de acertos aumentou em grande medida. É importante realçar que, independente da série, não se constatou diferenças significativas no conhecimento inicial dos discentes acerca das temáticas levantadas.

**Figura 4**

*Percentuais de acertos dos estudantes antes e após o uso do aplicativo BIOTEC*

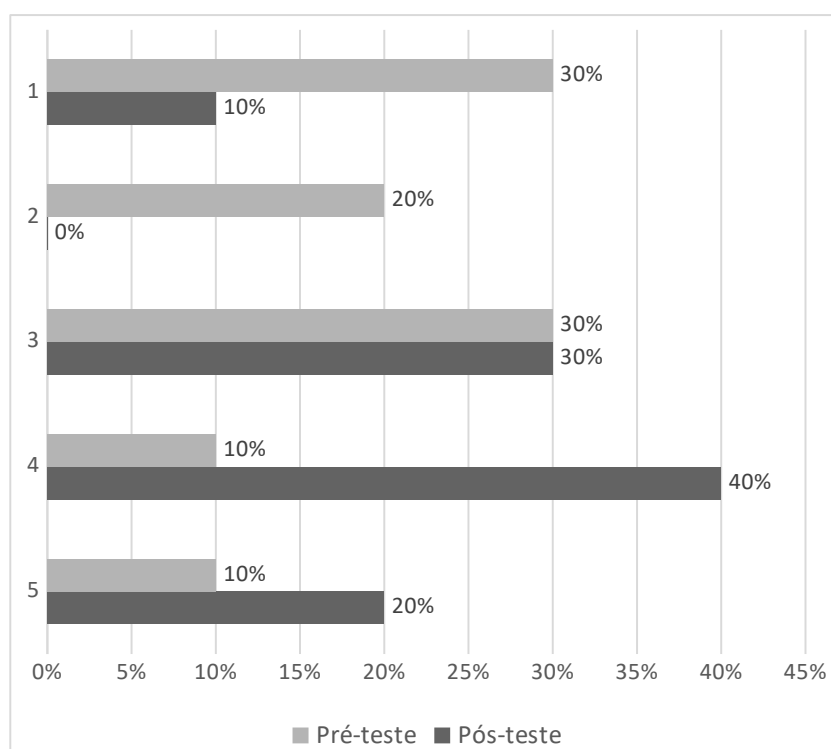


Fonte: Autoria própria (2024).

Além disso, foi realizado um levantamento para avaliar se o aplicativo BIOTEC foi capaz de despertar maior interesse dos estudantes pela Biotecnologia. Nesse aspecto, a avaliação se deu a partir das respostas dos discentes, antes e depois do uso do aplicativo BIOTEC, a uma questão que solicitava o nível de interesse deles por Biotecnologia em uma escala de 1 a 5, em que 1 representava pouco interesse e 5 indicava muito interesse pelo tema. Como mostra a Figura 5, a maioria dos estudantes (90%) assinalou os itens 3 (interesse mediano), 4 (interesse acima da média) e 5 (muito interesse) no pós-teste, atestando, com isso, um aumento considerável no nível de interesse por Biotecnologia em comparação ao que foi demonstrado no pré-teste (50% dos estudantes assinalaram os itens 1 - sem interesse e 2 - pouco interesse).

**Figura 5**

*Respostas dos estudantes referentes ao nível de interesse deles por Biotecnologia antes e após o uso do aplicativo BIOTEC*



Fonte: A autoria própria (2024).

Por último, os alunos foram convidados a compartilhar suas opiniões sobre a relevância do aplicativo educacional BIOTEC na ampliação do conhecimento deles em Biotecnologia, além de fornecer críticas e/ou sugestões. Todos os estudantes entrevistados, correspondendo a 100% do total, afirmaram que o aplicativo foi fundamental para o entendimento deles sobre os temas da Biotecnologia.

A seguir, observam-se alguns comentários levantados pelos estudantes:

O app tem como objetivo ampliar o conhecimento assim como ampliou o meu e despertou desejo sobre o tema (Estudante 1). Adorei o aplicativo, traz muita praticidade (Estudante 2). Ele [o app] ajuda a entender melhor a Biotecnologia abrangendo tudo que há nela (Estudante 3). O app é bem completo e nos traz muitas informações (Estudante 4). Ele [o app] traz definições e tem tudo sobre Biotecnologia e facilita a vida do

estudante (Estudante 5). Aprendi mais a fundo sobre a Biotecnologia, seus conceitos e intuítos (Estudante 6) (sic).

Deste modo, os resultados que tratam dos conteúdos conceituais, com base nos referenciais de Bruno (2014) e Malajovich (2016), evidenciaram os impactos positivos da abordagem da Biotecnologia com a utilização das TDIC no ato pedagógico, notadamente com o uso do aplicativo BIOTEC. Em consonância com Silveira (2007), a incorporação das tecnologias na educação visa aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais acessível e eficiente. Nessa perspectiva, Nonato (2009, p. 84) destacam que as novas tecnologias são, na educação contemporânea, “[...] um instrumento importantíssimo, dir-se-ia mesmo imprescindível, na consecução de práticas e procedimentos didático-pedagógicos”.

No que concerne à motivação dos estudantes sobre a temática em questão, o aumento significativo do interesse deles por Biotecnologia, demonstrado nos resultados, após o uso do aplicativo BIOTEC, constitui um dado muito importante da pesquisa. Tal constatação é justificada por Moran *et al.* (2012) quando afirmam que se por um lado a aplicação educacional das TDIC desempenha um papel fundamental na promoção da cultura, das normas e das tradições de diferentes grupos sociais; por outro lado, ela desencadeia um processo pessoal de aprendizagem que estimula a motivação nos estudantes.

Outro resultado relevante da pesquisa foi o fato de o uso do aplicativo BIOTEC ter possibilitado, na visão dos estudantes, a ampliação do conhecimento em Biotecnologia. Nesse sentido, Franco e Lopes (2004) asseguram que o uso didático-pedagógico das TDIC tem o potencial de favorecer o processo de construção do conhecimento dos alunos. Santos e Santos (2014, p.3) apontam para a mesma questão ao relatarem que, “no mundo atual, as possibilidades de difusão do conhecimento dadas pelas tecnologias abriram novas possibilidades de ação para ampliar a acessibilidade [...]”. Os últimos autores também realçam que esse fato tem aberto caminho para a criação de novos métodos pedagógicos e disciplinares, promovendo a socialização do conhecimento.

Nessa direção, Gonçalves e Ferreira (2022) afirmam que a literatura respalda a integração das tecnologias em sala de aula. No entanto, esses autores advertem que as ferramentas digitais não devem ser encaradas como a solução para os problemas em sala de aula. Em vista disso, essas tecnologias devem ser praticadas como um recurso auxiliar do processo ensino e aprendizagem. É necessário considerar tanto os benefícios quanto as limitações das tecnologias digitais no ato pedagógico, incentivando uma utilização consciente e respaldada na realidade do ambiente escolar.

Em relação aos desafios na implementação das tecnologias digitais em sala de aula, Santos *et al.* (2023) evidenciam alguns obstáculos significativos. Além do despreparo dos docentes para integrar efetivamente as tecnologias em suas práticas pedagógicas, também é relevante mencionar a falta de infraestrutura das escolas como um fator limitante. Esta última questão abrange desde a insuficiência de dispositivos tecnológicos disponíveis até a ausência de acesso estável à *internet* nas escolas. Tais obstáculos demandam investimentos de políticas públicas voltadas tanto para a capacitação dos professores em

competências digitais docentes, mas também para a melhoria da infraestrutura das escolas em todos os níveis da Educação Básica.

Portanto, analisando os limites e as possibilidades em relação à utilização de tecnologias digitais em sala de aula, reforçamos que o uso do aplicativo BIOTEC no ensino de Biotecnologia tem o potencial de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de um conhecimento que lhes permitem compreender e expressar opiniões sobre uma área da ciência de grande potencial agregado. Adicionalmente, é crucial recomendar que, para a inclusão abrangente de tópicos biotecnológicos no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, a formação adequada dos professores de Ciências e Biologia em Biotecnologia também se mostra como um aspecto ressaltante e imprescindível.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar um aplicativo educacional para dispositivos móveis com os principais conceitos e aplicações da Biotecnologia a fim de responder à questão principal que orientou a pesquisa: um aplicativo móvel pode contribuir para o ensino da Biotecnologia no ambiente escolar?

O aplicativo desenvolvido, denominado BIOTEC e direcionado ao ensino da Biotecnologia, foi indicado, inclusive, na Proposta Curricular do Ensino Médio da Paraíba. Seu uso pode ser associado a diversas metodologias de ensino, como foi realizado neste trabalho. A avaliação inicial do aplicativo BIOTEC demonstrou sua competência para a abordagem dos temas biotecnológicos, sendo amplamente aceito pelos estudantes.

Os resultados indicaram avanços na aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos e aplicações da Biotecnologia, bem como um significativo aumento no nível de interesse deles pela temática. Dessa forma, o aplicativo BIOTEC, como ferramenta de ensino de Biotecnologia, tem o potencial de contribuir para a formação científica, tecnológica e cidadã dos estudantes, além de ser, também, um veículo de divulgação de produtos e serviços biotecnológicos.

Ademais, cabe enfatizar que, no âmbito da docência, torna-se imperioso o investimento em estudos direcionados à formação de professores de Biologia em Ensino de Biotecnologia, no intuito de fomentar discussões que relacionam os tópicos biotecnológicos, a formação docente e o Ensino de Ciências.

## AGRADECIMENTOS

Direcionamos os nossos agradecimentos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pelo apoio ao presente estudo.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, W. P.; Borges-Nojosa, D. M.; & Vasconcelos, F. H. L. (2022). Aplicativos móveis utilizados no Ensino de Biologia: uma revisão sistemática da literatura. *Vitruvian Cogitaciones*, 3(1), 94-113.  
<https://doi.org/10.4025/rvc.v3i1.63959>
- ANATEL. (2019). *Dados do serviço de telefonia móvel*. Consultado em 20 de abril de 2023. <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados>
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.
- Bruno, A. N. (2014). *Biotecnologia I: princípios e métodos*. Porto Alegre: Artmed.
- Cavalcanti, C. C. B.; & Persechini, P. M. (2011). Museus de Ciência e a popularização do conhecimento no Brasil. *Area Actions Science Reports*, 3.  
<https://journals.openedition.org/factsreports/1085>
- Coll, C.; & Monereo, C. (2010). *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed
- Coutinho, C. P. (2018). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. 2. ed. Coimbra: Almedina.
- Duré, R. C.; Andrade, M. J. D.; & Abílio, F. J. P. (2021). Biologia no ensino médio: concepções docentes sobre ensinar e aprender. *ACTIO*, 6(3), 1-24.  
<http://dx.doi.org/10.3895/actio.v6n3.13665>
- Fonseca, V. B.; & Bobrowski, V. L. (2015). Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos. *ACTA SCIENTIAE*, 17 (2), 496-509.  
<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1231>
- Franco, J. F.; & Lopes, R. D. (2004) Novas tecnologias em ambientes de aprendizagem: estimulando o aprender a aprender, transformando o currículo e ações. *Renote*, 2(4), 1-9. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.13754>
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- Gonçalves, C. M. M.; & Ferreira, L. D. (2022). Metodologias ativas e as tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de ciências: um mapeamento sistemático da literatura. *Tecnia*, 17(2), 168-187.  
<https://doi.org/10.56762/tecnica.v7i2.09>

- Krasilchik, M. (2019). *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Lemos, A. (2013). Anjos interativos e a retribalização do mundo: sobre interatividade e interfaces digitais. *Textos de Cultura e Comunicação*.  
<https://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interativo.pdf>
- Lima, J. R.; & Marques-Santos, L. F. (2022). A Biotecnologia no cotidiano escolar do Ensino Médio: análise da percepção dos estudantes. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 15 (1), 260-276.  
<https://doi.org/10.46667/renbio.v15i1.599>
- Lima, J. R.; Vasconcelos, F. H. L.; & Silva, M. G. V. (2023). A Biotecnologia na formação de professores de Biologia: uma revisão sistemática da literatura. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 12(1), 1-20.  
<https://doi.org/10.35819/tear.v12.n1.a6457>
- Malajovich, M. A. *Biotecnologia*. 2. ed. (2016). Rio de Janeiro, TJ: Axcel.
- Martins, W. S.; Allevalo, N. S. G.; Dias, K. M.; Schimiguel, J.; & Pires, C. M. (2018). M-learning como modalidade de ensino: a utilização do aplicativo estatística fácil no ensino médio. *Ensino da Matemática em Debate*, 5(1), 1-17, 2018.  
<https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/32882>
- Moran, J. M.; Massetto, M. T.; & Behrens, M. A. (2012). *Novas tecnologias e mediações pedagógicas*. Campinas: Papirus.
- Nagumo, E.; & Teles, L. F. (2016) O uso do celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 97 (246), 356-371. <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/371614642>
- Nonato, E. R. S. (2009). Novas tecnologias, educação e contemporaneidade. *Práxis Educativa*. 1(1), 77-86.  
<https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/264>
- Paraíba. Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia. (2020). *Proposta curricular do Ensino Médio da Paraíba*. João Pessoa: SEE.
- Queiroz, A. V. A.; & Leite, B. S. (2022). O uso dos aplicativos de mensagens no ensino das ciências da natureza: uma revisão sistemática da literatura. *ACTIO*, 7(2), 1-23. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n2.15204>
- Santos, R. B. S.; Cavalcante, F. S.; & Lima, R. A. (2023). Os desafios e as contribuições das TDICs no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática da literatura. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 16(3), 1215-1231. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.3-015>
- Santos, J. O.; & Santos, R. M. S. (2014) O uso do celular como ferramenta de aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, 4(4), 1-6.  
<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/3108>

Silveira, M. S.; & Cogo, A. L. P. (2017). Contribuições das tecnologias educacionais digitais no ensino de habilidades de enfermagem: revisão integrativa. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 38(2), 1-9. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2017.02.66204>

Silveira, N. C. (2007). Tecnologia em educação aplicada à representação descritiva. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 4(2), 88-109. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/2023>

Torres, A. C. Ferreira, A. T.; Buso, J. A.; & Romano, E. (1999). *Glossário de Biotecnologia*. Embrapa Hortaliças: Circular técnica, 19.

UNESCO. (2014). *O Futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas*. Brasília: UNESCO.

**Recebido:** 06 jun. 2023

**Aprovado:** 22 abr. 2024

**DOI:** <https://doi.org/10.3895/actio.v9n1.17090>

**Como citar:**

Lima, Jairo Ribeiro de, & Marques-Santos, Luis Fernando. (2024). BIOTEC: desenvolvimento e avaliação de um aplicativo móvel para o ensino de biotecnologia. *ACTIO*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.3895/actio.v9n1.17090>

**Correspondência:**

Jairo Ribeiro de Lima

Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici. Av. Humberto Monte, s/n. Pici. Fortaleza, Ceará, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

