



# TRANSFORMAÇÃO BACTERIANA POR MÉTODO *IN-HOUSE* COMO FERRAMENTA PARA ENSINO EM BIOTECNOLOGIA

Geovana Aguera Sanfelix Ferreira dos Santos<sup>1</sup>, Matheus Henrique Soares de Jesus<sup>2</sup>,  
Mariane Castardo Araujo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. geovana.sanfelix@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR.  
smatheushenrique77@gmail.com

<sup>3</sup>Orientadora, Mestre, Docente no Curso de Ciências Biológicas, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. mariane.castardo@unicesumar.edu.br

## RESUMO

A biotecnologia molecular é uma área essencial da ciência, com aplicações em diferentes áreas, principalmente envolvendo a área da saúde. Entre suas técnicas mais importantes está a transformação bacteriana, que consiste na introdução de DNA exógeno em bactérias, permitindo a manipulação genética para diversas finalidades, como a produção de proteínas recombinantes e o estudo de genes. Apesar de sua relevância, o alto custo dos kits comerciais, como o pGLO™, dificulta sua aplicação em algumas instituições de ensino. Diante desse cenário, este projeto tem como objetivo desenvolver e validar um protocolo de transformação bacteriana de custo reduzido, utilizando materiais acessíveis e adaptados à realidade de laboratórios com recursos limitados. A técnica proposta utiliza *Escherichia coli* como organismo modelo, com indução da competência celular por meio de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), aplicação de choque térmico e uso de discos impregnados com antibióticos como método de seleção. A eficiência do protocolo será avaliada por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), buscando atingir pelo menos 10<sup>3</sup> UFC/μg de DNA. Espera-se que essa metodologia reduza os custos, promovendo a democratização do ensino prático em biotecnologia molecular. Com isso, pretende-se contribuir para uma formação científica mais acessível e equitativa, fortalecendo o ensino experimental nas instituições públicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biologia molecular; Células competentes; Engenharia genética.

## 1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia molecular tem desempenhado um papel fundamental no avanço da ciência, com aplicações importantes na área farmacêutica, ambiental, agrícola e biomédica, além de ser um pilar essencial na pesquisa acadêmica. Entre as técnicas mais utilizadas nesta área está a transformação bacteriana, a qual consiste na introdução de DNA exógeno em células bacterianas, permitindo a manipulação genética de microrganismos com finalidades diversas, como a expressão de proteínas recombinantes, estudos funcionais de genes e o desenvolvimento de novas terapias (Green & Sambrook, 2012). Essa técnica é amplamente empregada tanto na indústria quanto em pesquisas básicas, sendo considerada uma ferramenta versátil para entender os mecanismos moleculares que regulam a célula.

A inserção de genes de interesse em *E. coli* tem possibilitado avanços significativos, como a produção de insulina humana e hormônios recombinantes (Zhang et al., 2020). No entanto, apesar de sua relevância científica e pedagógica, a aplicação prática da transformação bacteriana em laboratórios de ensino ainda é limitada, especialmente em instituições públicas, devido ao elevado custo dos kits comerciais, como o kit Bio-Rad pGLO™.

A ausência de atividades práticas prejudica a aprendizagem e a formação técnica dos estudantes, como destaca Hake (1998, p. 65), “a aprendizagem ativa é mais eficaz do que métodos tradicionais para promover a compreensão de conceitos complexos em ciências”. Da mesma forma, Grunwald Associates LLC (2022), destaca que experiências



laboratoriais estão entre os vários fatores que influenciam o engajamento, a persistência e o sucesso dos estudantes.

Diante desse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protocolo in-house de transformação bacteriana, acessível e eficiente, como alternativa viável aos kits comerciais. A proposta visa democratizar o acesso ao ensino prático da biotecnologia molecular, tornando possível sua implementação em laboratórios com recursos limitados e, assim, fortalecendo a formação científica e técnica dos estudantes da área.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto será conduzido com uma abordagem experimental, com o objetivo de desenvolver e aplicar um protocolo acessível de transformação bacteriana adaptado a instituições de ensino com recursos limitados. A bactéria *Escherichia coli* será utilizada como organismo modelo, por sua ampla aplicação em estudos genéticos e pela facilidade de cultivo e manipulação em laboratório (Blount, 2015).

Inicialmente, será realizado um levantamento bibliográfico, por meio de pesquisa e revisão da literatura científica, com o intuito de fundamentar teoricamente a proposta e selecionar os protocolos mais adequados para o desenvolvimento do experimento. Esta etapa fornecerá as diretrizes e servirá de base para as demais fases do trabalho. Em seguida, será feito o repique das bactérias, com a transferência das colônias de *E. coli* para meios de cultura frescos, garantindo assim o crescimento ativo e saudável das células. Para isso, serão utilizados meios diferenciais e/ou seletivos como ágar MacConkey, Luria-Bertani ou Hektoen, que possibilitam a visualização clara das colônias.

O processo de transformação consistirá na introdução de DNA exógeno em células *E. coli*, utilizando um protocolo baseado em cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) para indução da competência celular, facilitando a incorporação do material genético. Após o tratamento em gelo, será adicionado um plasmídeo com gene de resistência à ampicilina, como o pGLO™ ou outro similar, seguido de choque térmico a 42°C, conforme descrito por Chung et al. (2022). Para a seleção das células transformadas, serão utilizados discos de ampicilina, aplicados sobre as placas de ágar, assim somente as células que incorporarem o plasmídeo conseguirão se desenvolver nas placas, permitindo a identificação das colônias transformadas.

Após a incubação das placas a 37°C, será realizada a análise dos resultados, por meio da contagem das unidades formadoras de colônia (UFC) e da avaliação da morfologia das colônias, essa etapa permitirá estimar a eficiência da transformação bacteriana com base na taxa de crescimento em meio seletivo. O procedimento será repetido e ajustado, otimizando parâmetros como tempo de incubação, concentração do plasmídeo e composição dos meios para melhorar a eficácia do processo.

Por fim, será feita a discussão dos resultados, com a interpretação dos dados obtidos, análise comparativa com a literatura científica e avaliação da eficácia do método em relação aos protocolos comerciais. Após todas as etapas, será elaborada a escrita do relatório final, contendo a descrição detalhada dos procedimentos, resultados, análises e considerações finais do experimento.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto visa desenvolver e validar uma técnica de transformação bacteriana de baixo custo, utilizando materiais acessíveis e protocolos adaptados que garantam eficiência e praticidade. Dessa forma, a padronização desse protocolo pode colaborar com o ensino



de biotecnologia para estudantes da área de ciências biológicas e da saúde, em instituições onde não há recursos para a aquisição do kit comercial.

A eficácia da padronização será analisada a partir dos resultados do experimento. Será verificada a quantidade de células que apresentem, de acordo com a resistência ao antibiótico, sucesso na transformação. Espera-se que a técnica padronizada tenha desempenho semelhante ao kit comercial, oferecendo uma alternativa viável para instituições de ensino com recursos limitados, promovendo assim um ensino mais acessível e equitativo.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos desafios enfrentados por instituições de ensino com restrições orçamentárias, a implementação de um protocolo de transformação bacteriana acessível representa uma alternativa promissora ao uso de kits comerciais onerosos. Este projeto, ao propor uma metodologia eficaz e de baixo custo, busca não apenas ampliar o acesso ao ensino prático em biotecnologia molecular, mas também contribuir para a formação de estudantes mais preparados tecnicamente.

A expectativa é de que, ao validar esse protocolo, seja possível garantir experiências laboratoriais significativas mesmo em contextos com recursos limitados, promovendo uma educação científica mais inclusiva, equitativa e condizente com as demandas da área.

#### REFERÊNCIAS

BLOUNT, Z. D. The unexhausted potential of *E. coli*. *eLife*, Cambridge, v. 4, e05826, 25 mar. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4373459/>. Acesso em: 10 maio 2025.

CHUNG, C. T. et al. Optimization of calcium chloride transformation for low-cost bacterial competency. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 17, n. 4, p. e0267102, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267102>. Acesso em: 13 maio 2024.

GREEN, Michael R.; SAMBROOK, Joseph. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 4. ed. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2012. 3 v. Disponível em: [https://www.cshlpress.com/default.tpl?cart=17582232571654976928&fromlink=T&linkaction=full&linksortby=oop\\_title&--eqSKUdatarg=934](https://www.cshlpress.com/default.tpl?cart=17582232571654976928&fromlink=T&linkaction=full&linksortby=oop_title&--eqSKUdatarg=934). Acesso em: 18 set. de 2025.

HAKE, R. R. Métodos de engajamento interativo versus métodos tradicionais: uma pesquisa com seis mil estudantes sobre dados de testes de mecânica em cursos introdutórios de física. *American Journal of Physics*, College Park, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.18809>. Acesso em: 12 maio 2025.

GRUNWALD ASSOCIATES LLC. Undergraduate STEM Education: Key Insights from Select NASEM Publications. Washington, DC: The National Academies Science, 2022. Disponível em: <https://www.nationalacademies.org/documents/embed/link/LF2255DA3DD1C41C0A42D3BEF0989ACAECE3053A6A9B/file/DEC3E689B5817B7B53A334285370104EE27641AD7071?noSaveAs=1>. Acesso em: 19 set. 2025

ROBINSON, Carl. *Bacterial Transformation and Transformation Protocol*. [S.l.]: Technology Networks, 2023. Disponível em:



<https://www.technologynetworks.com/tn/articles/bacterial-transformation-and-transformation-protocol-397584>. Acesso em: 13 maio 2025.

ZHANG, J.; LIU, X.; LI, Y.; et al. A novel and more efficient biosynthesis approach for human insulin production in *Escherichia coli*. *AMB Express*, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/s13568-020-00969-w>. Acesso em: 18 set. 2025.