Caderno de Pesquisas em Patologia Ambiental e Experimental: Volume 2



Organizadores:
Thiago B. Kirsten e Anuska M. Alvares-Saraiva

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

Caderno de Pesquisas em Patologia Ambiental e Experimental: Volume 2

Organizadores:

Prof. Dr. Thiago Berti Kirsten
thiago.kirsten@docente.unip.br

Profa. Dra. Anuska Marcelino Alvares Saraiva
anuska.saraiva@docente.unip.br

Autores:

Thiago Berti Kirsten, Orcid 0000-0002-4032-4355

Anuska Marcelino Alvares-Saraiva, Orcid 0000-0001-8899-4182

Caio Omori Del Debbio Pinheiro, Orcid 0009-0005-4701-5730

Cauê Cardeal Carbonara, Orcid 0009-0006-7179-3062

Fernando de Paiva Santos, Orcid 0009-0008-2350-0522

Gerson de Lima Santos, Orcid 0009-0000-0563-5898

Yuri Souza Rodrigues, Orcid 0009-0000-1108-2521

Zilmara Romero Avalo, Orcid 0009-0000-1195-8896

ISBN: 978-65-01-80720-1

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA
Editora

Apoio:

UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental

PSYCHO NEURO IMMUNOLOGY LABORATORY

Laboratório de Biologia Molecular e Celular

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Caderno de pesquisas em patologia ambiental e experimental [livro eletrônico] : volume 2 / organizadores Thiago Berti Kirsten, Anuska Marcelino Alvares-Saraiva. -- São Paulo : Ed. dos Autores, 2025.
-- (Caderno de pesquisas em patologia ambiental e experimental)
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-01-80720-1

1. Ciências naturais 2. Divulgação científica 3. Pesquisa científica 4. Procedimentos operacionais padronizados - Guia para elaboração - Brasil 5. Trabalhos científicos I. Kirsten, Thiago Berti. II. Alvares-Saraiva, Anuska Marcelino. III. Série.

25-317435.0 CDD-501

Índices para catálogo sistemático:

1. Divulgação científica 501

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Resumo

O “Caderno de Pesquisas em Patologia Ambiental e Experimental: Volume 2” reúne atividades exercidas por discentes do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental (PPG-PAE) da Universidade Paulista. O material foi preparado durante a execução da disciplina “Divulgação Científica” que ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2025 por alunos de mestrado e doutorado e organizado por docentes do PPG-PAE. Seu conteúdo foi adaptado para o público-alvo de alunos de ensino médio de modo a promover a divulgação científica extramuros das universidades. O conteúdo deste volume está dividido em duas partes: (1) Resumos Expandidos de Trabalhos Científicos referentes às pesquisas de graduação e pós-graduação executadas pelos discentes e (2) Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) das Aulas Práticas preparadas e apresentadas pelos discentes do PPG-PAE para alunos de ensino médio.

Palavras-chave: Divulgação Científica; Ciência; POPs.

Sumário

APRESENTAÇÃO 4

PARTE 1 – RESUMOS EXPANDIDOS DE TRABALHOS CIENTÍFICOS 5

INVESTIGAÇÃO DE INSULINA EM VESÍCULAS EXTRACELULARES DE LINFÓCITOS B-1 ..... *6*

AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE Paropsia brazzeana COMO INIBIDOR DA α-GLICOSIDASE *10*

OLIMPÍADAS DE BIOLOGIA: UM CAMINHO PARA A PESQUISA CIENTÍFICA E PARA A UNIVERSIDADE *14*

EXERCÍCIO FÍSICO E IMUNIDADE NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA *18*

ANÁLISE DA DIETA DE DÉFICIT CALÓRICO DE ATLETAS DE FISICULTURISMO NATURAL *22*

NEUROPATIA, VASCULOPATIA E INFECÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A COMPLEXIDADE DO PÉ DIABÉTICO *26*

PARTE 2 – POPS DE AULAS PRÁTICAS 30

POP: CULTIVO DE MICRORGANISMOS *31*

POP: OBSERVAÇÕES EM CÉLULAS VEGETAIS *33*

POP: REAÇÃO DE BENEDICT *36*

Apresentação

O “Caderno de Pesquisas em Patologia Ambiental e Experimental: Volume 2” reúne atividades exercidas por discentes do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental (PPG-PAE) da Universidade Paulista (UNIP), com foco principal na divulgação do conhecimento científico que permeia o ambiente acadêmico.

O material foi preparado durante a execução da disciplina anual de pós-graduação “Divulgação Científica” por alunos de mestrado e doutorado do PPG-PAE e organizado pelos docentes Prof. Dr. Thiago B. Kirsten e Profa. Dra. Anuska M. Alvares Saraiva.

Todo seu conteúdo foi adaptado para o público-alvo de alunos de ensino médio de modo a promover a divulgação científica extramuros das universidades.

Além desta publicação, a disciplina de pós-graduação promoveu a visita de alunos matriculados nos 2º e 3ºs anos do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo ao Centro de Pesquisa da UNIP, onde os pós-graduandos do PPG-PAE apresentaram suas pesquisas oralmente e promoveram aulas práticas.

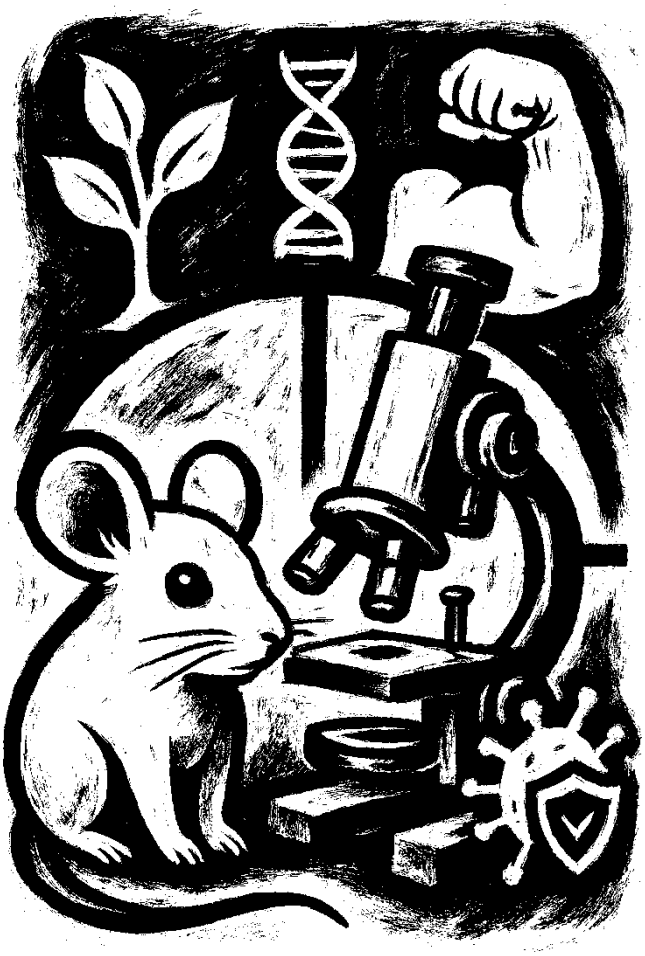
Em 2025, os alunos do ensino médio que tiveram a oportunidade de interagir no Centro de Pesquisa da UNIP foram provenientes da Etec Albert Einstein (Casa Verde, São Paulo), uma instituição pública gerida pelo Centro Paula Souza.

Os alunos da Etec Albert Einstein puderam conhecer o laboratório de Biologia Celular e Molecular do Centro de Pesquisa da UNIP, manusear instrumentos laboratoriais e acompanhar práticas experimentais que os alunos utilizam em seus estudos no PPG-PAE.

O conteúdo deste volume está dividido em duas partes: (1) Resumos Expandidos e (2) Procedimentos Operacionais Padrão (POPs). A Parte 1 concentra os Resumos Expandidos de Trabalhos Científicos referentes às pesquisas de pós-graduação executadas pelos discentes. Incluem-se aqui Trabalhos de Conclusão de Curso, trabalhos relacionados à Iniciação Científica, projetos de pesquisa e trabalhos com resultados, a depender do progresso da pesquisa do pós-graduando. São esses os trabalhos científicos apresentados aos alunos de ensino médio no dia da interação no Centro de Pesquisa. A Parte 2 concentra os POPs das Aulas Práticas preparadas e apresentadas pelos discentes do PPG-PAE para os alunos de ensino médio, também aplicadas no dia da interação no Centro de Pesquisa.

Os organizadores da publicação participaram das etapas de elaboração dos conteúdos escritos e aplicados para os alunos. Especificamente, o Prof. Dr. Thiago B. Kirsten organizou a Parte 1 da publicação e a Profa. Dra. Anuska M. Alvares Saraiva organizou a Parte 2. Os organizadores revisaram e aprovaram todo o conteúdo deste caderno.

Parte 1
Resumos Expandidos de Trabalhos Científicos



INVESTIGAÇÃO DE INSULINA EM VESÍCULAS EXTRACELULARES DE LINFÓCITOS B-1

Autor: Caio Omori Del Debbio Pinheiro

ORCID: 0009-0005-4701-5730

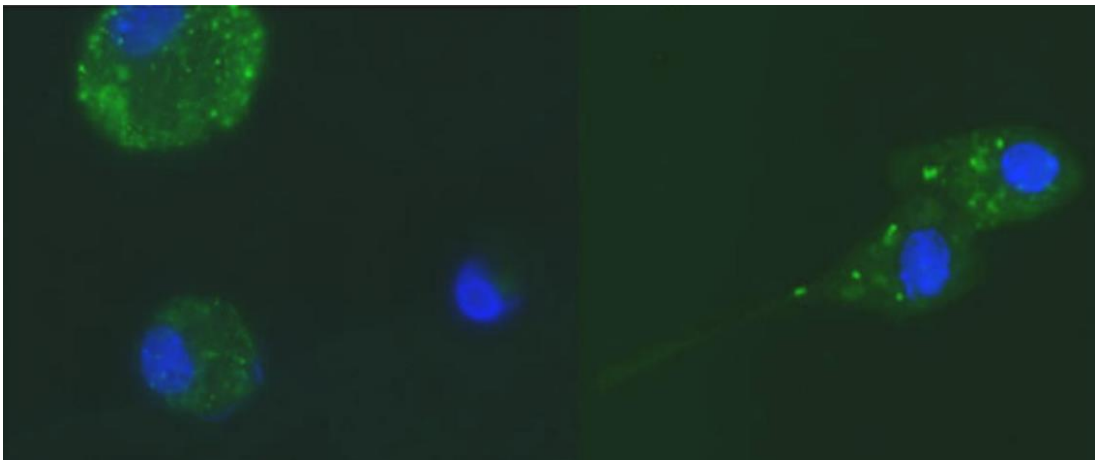
Orientadora: Profa. Dra. Anuska Marcelino Alvares-Saraiva

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

Os linfócitos B-1 são células do sistema imunológico, responsáveis pela produção de anticorpos naturais, reconhecimento de antígenos e possuem capacidade autorrenovação (BAUMGARTH, 2011; DUAN; MOREL, 2006; HAYAKAWA; HARDY; HONDA; HERZENBERG *et al.*, 1984). Em estudo realizado por Alvares-Saraiva e colaboradores constatou-se, pela primeira vez, a capacidade de linfócitos B-1 produzirem insulina e proteger camundongos da indução de diabetes. A capacidade de produção de insulina foi demonstrada pela avaliação da expressão gênica de insulina, além da presença de grânulos de insulina evidenciados por imunofluorescência (Figura 1) (ALVARES-SARAIVA; NOVO; DE OLIVEIRA; MARICATO *et al.*, 2015).

Figura 1: Grânulos de insulina (verde) dispersos no citoplasma de linfócitos B-1



Fonte: Adaptado de ALVARES-SARAIVA; NOVO; DE OLIVEIRA; MARICATO *et al.*, 2015

Desde a descoberta da produção de insulina por linfócitos B-1, é objetivo do nosso grupo de pesquisa viabilizar uma terapia celular para diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1), uma doença sem cura, onde a destruição autoimune das células β pancreáticas, acarreta na falta de insulina e, consequentemente, prejuízo no consumo de glicose pelas células (MAGLIANO; BOYKO; COMMITTEE, 2021).

Foi desenvolvido um protocolo de reprogramação metabólica, que consiste na combinação de crotoxina, uma subunidade do veneno de cascavel, altas

concentrações de glicose e um facilitador metabólico, a nicotinamida. O protocolo aumenta a viabilidade celular e otimiza a produção de insulina dos linfócitos B-1 (MELO; LUZ; SARAIVA, 2022). Evidências sugerem que a produção de insulina por linfócitos B-1 não corresponde diretamente à concentração de glicose no meio, mas pode haver estoque e liberação desse hormônio em vesículas extracelulares (EVs).

As EVs são partículas liberadas por todas as células e são responsáveis pela comunicação celular (WELSH; GOBERDHAN; O'DRISCOLL; BUZAS *et al.*, 2024). Dentro de EVs podemos encontrar lipídios bioativos, miRNAs e receptores, além de moléculas MHC classe II em EVs de linfócitos B-1 (TOLEDO; CRONEMBERGER-ANDRADE; BARBOSA; REIS *et al.*, 2020; ZHOU; TAO; ZHAO; WANG, 2021).

O objetivo deste trabalho é investigar a presença de insulina em EVs de linfócitos B-1 reprogramados metabolicamente e avaliação de seu possível efeito hipoglicemiante.

Metodologia

Devido a utilização de animais, o projeto foi submetido e aprovado pela CEUA UNIP, N° 5636200325.

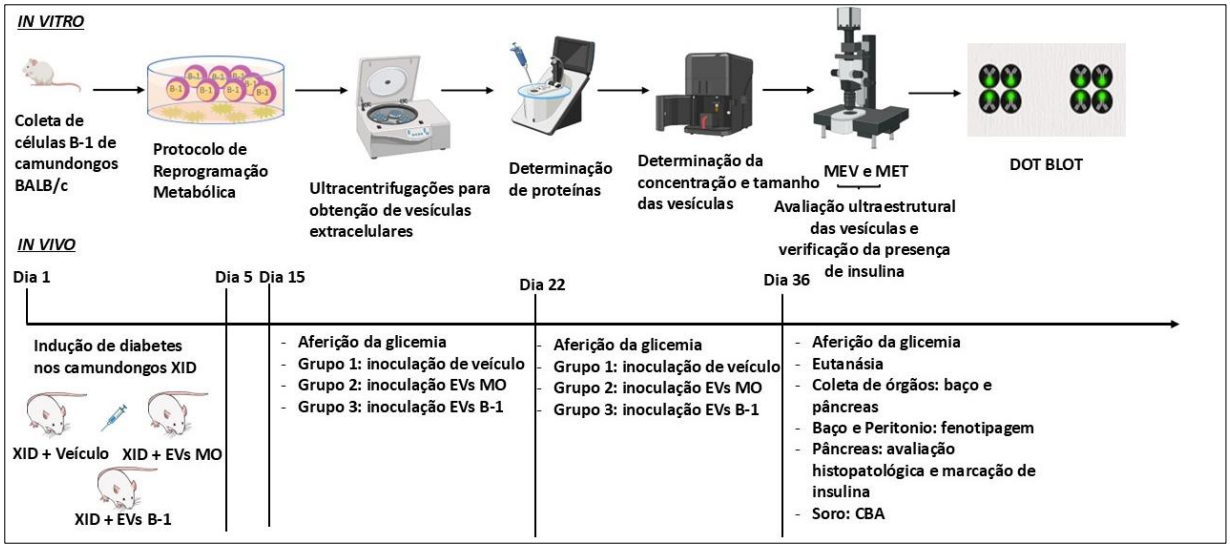
Para início da experimentação, linfócitos B-1 serão coletados da cavidade peritoneal de camundongos BALB/c e levados para cultura celular, onde serão submetidos ao protocolo de reprogramação metabólica. No protocolo serão utilizadas altas concentrações de glicose, crotoxina e nicotinamida, para otimização da produção de insulina. Ao final do protocolo, o sobrenadante enriquecido com células B-1 será coletado e submetido a diversas ultracentrifugações para obtenção das EVs, enquanto o *pellet* celular será utilizado para microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia eletrônica de transmissão (MET).

Após a obtenção das EVs, serão determinados a concentração proteica, além de tamanho e concentração das EVs. As EVs isoladas serão avaliadas para a presença de insulina e, posteriormente, serão administradas intraperitonealmente em camundongos diabéticos, para testar sua capacidade hipoglicemiante e/ou imunomoduladora. A Figura 2 ilustra o delineamento experimental.

Resultados Esperados

No desenvolvimento deste projeto será realizada a investigação de insulina em EVs secretadas por linfócitos B-1 peritoneais após serem submetidos ao protocolo de reprogramação metabólica. Desta maneira, os resultados gerados aqui servirão para melhor compreensão da liberação de insulina em linfócitos B-1 e, ainda, poderão subsidiar as hipóteses sobre o papel regulador dessas células em modelo de diabetes.

Figura 2: Delineamento experimental ilustrado



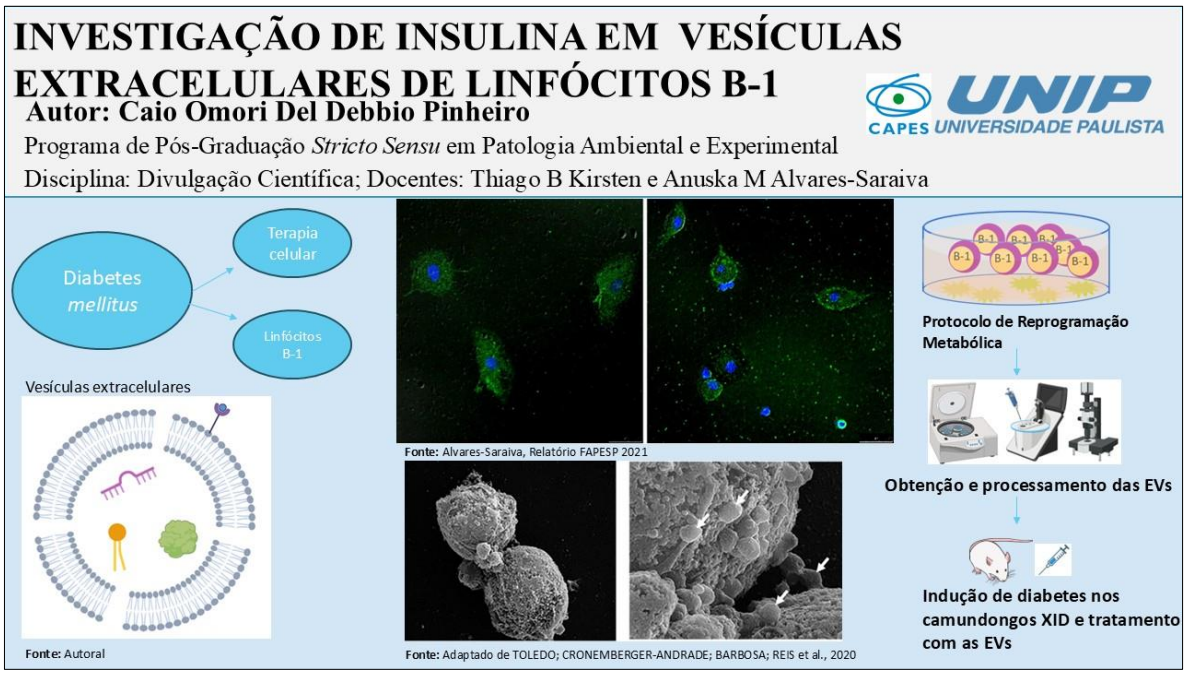
Fonte: Autoral

Conclusões

As EVs têm sido alvo de diversos estudos terapêuticos, incluindo estudos terapêuticos para DM1. A partir da premissa da produção de insulina de linfócitos B-1 e otimização do processo através do protocolo de reprogramação metabólica, o estudo proposto é crucial para a viabilização de terapia celular utilizando as células B-1, ao investigar as EVs dessas células de modo inédito.

Para visualização geral do projeto de pesquisa, consultar a Figura 3.

Figura 3: Projeto de pesquisa ilustrado



Fonte: Autoral

Referências

ALVARES-SARAIVA, A. M.; NOVO, M. C.; DE OLIVEIRA, V. C.; MARICATO, J. T. *et al.* B-1 cells produce insulin and abrogate experimental streptozotocin-induced diabetes. Eur J Immunol, 45, n. 5, p. 1452-1461, May 2015.

BAUMGARTH, N. The double life of a B-1 cell: self-reactivity selects for protective effector functions. Nat Rev Immunol, 11, n. 1, p. 34-46, Jan 2011.

DUAN, B.; MOREL, L. Role of B-1a cells in autoimmunity. Autoimmun Rev, 5, n. 6, p. 403-408, Jul 2006.

HAYAKAWA, K.; HARDY, R. R.; HONDA, M.; HERZENBERG, L. A. *et al.* Ly-1 B cells: functionally distinct lymphocytes that secrete IgM autoantibodies. Proc Natl Acad Sci U S A, 81, n. 8, p. 2494-2498, Apr 1984.

MAGLIANO, D. J.; BOYKO, E. J.; COMMITTEE, I. D. A. T. E. S. IDF DIABETES ATLAS. *In*, 2021.

MELO, E. D. S.; LUZ, I. D. C.; SARAIVA, A. M. A. Linfócitos B-1 produtores de insulina como alvo terapêutico no diabetes tipo 1: estudo in vitro. XXIV Encontro de iniciação científica e tecnológica UNIP/SANTANDER, 2022: Universidade Paulista 2022.

TOLEDO, M. D. S.; CRONEMBERGER-ANDRADE, A.; BARBOSA, F. M. C.; REIS, N. F. C. *et al.* Effects of extracellular vesicles released by peritoneal B-1 cells on experimental Leishmania (Leishmania) amazonensis infection. J Leukoc Biol, 108, n. 6, p. 1803-1814, Dec 2020.

WELSH, J. A.; GOBERDHAN, D. C. I.; O'DRISCOLL, L.; BUZAS, E. I. *et al.* Minimal information for studies of extracellular vesicles (MISEV2023): From basic to advanced approaches. J Extracell Vesicles, 13, n. 2, p. e12404, Feb 2024.

ZHOU, Z.; TAO, Y.; ZHAO, H.; WANG, Q. Adipose Extracellular Vesicles: Messengers From and to Macrophages in Regulating Immunometabolic Homeostasis or Disorders. Front Immunol, 12, p. 666344, 2021.

AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE *Paropsia brazzeana* COMO INIBIDOR DA α-GLICOSIDASE

Autor: Cauê Cardeal Carbonara

Orcid: 0009-0006-7179-3062

Orientadores: Webe Kadima e Dulce Helena Ferreira

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

Diabetes *mellitus* é uma doença crônica que afeta 830 milhões de pessoas. É caracterizada por altos níveis de glicose no sangue, a hiperglicemia. Dependendo do mecanismo pelo qual ocorre, pode se diferenciar alguns tipos de diabetes. O tipo 1 ocorre quando o pâncreas não produz insulina ou produz muito pouco deste hormônio. O tipo 2 ocorre quando o corpo tem resistência à insulina com sua absorção tornando-se comprometida, e o organismo não consegue usá-la. Isso pode fazer com que o corpo produza cada vez mais deste hormônio, esgotando o pâncreas. Há também a diabetes gestacional na qual, durante a gravidez, a placenta produz hormônios que podem interferir na habilidade do corpo de usar a insulina eficientemente podendo afetar a saúde da mãe e do bebê. Este último caso pode ser evitado e administrado com uma dieta adequada, exercícios e acompanhamento médico. O Diabetes *mellitus* não tem cura e seu principal tratamento consiste em injeção diária de insulina e/ou administração de medicamento com efeito hipoglicemiante (1).

Paropsia brazzeana é uma planta medicinal encontrada em diversas regiões da África, como na República Democrática do Congo (2). Diversas partes desta planta, como raízes, frutas, cascas de raízes e folhas são usadas para tratamentos de doenças, além de possuir atividades antibactericidas, anti-amebiana e antiespasmódico (2). Há indícios de que essa planta possua atividade hipoglicêmica, impedindo o aumento excessivo da glicemia após a refeição. Shedd e colaboradores (3) mediram os níveis de glicose em jejum e deram aos voluntários 600mg do extrato de *P. brazzeana* misturado em 250 ml de suco de laranja, verificando uma diminuição da glicemia em 80% dos participantes.

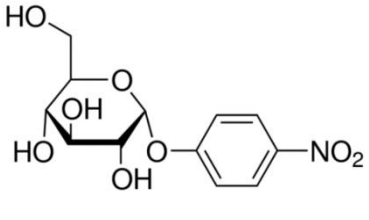
Para o tratamento de diabetes tipo 2, tem-se feito o uso de plantas com a capacidade de inibir a atividade da α-glicosidase, diminuindo a liberação de α-glicose (4), retardando a digestão de carboidratos e a absorção de glicose no intestino. Esse mecanismo controla a hiperglicemia pós-prandial, sendo uma maneira de estabilizar os níveis de glicose em pacientes diabéticos (5).

O trabalho propôs a comparação de um conhecido inibidor, acarbose, com o extrato de *P. brazzeana* na presença do substrato para-nitrofenol-α-D-glicopiranosídeo (PNPG) medindo a absorbância com estudo cinético e matemático.

Metodologia

O substrato PNPG, na presença de α-glicosidase, libera p-nitrofenol, tornando a solução amarelada e permitindo a medição de absorbância em 405 nm (6, 7). As fórmulas moleculares do substrato e deste produto estão ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Fórmulas moleculares do substrato e do p-nitrofenol



a) substrato b) p-nitrofenol

Fontes: a) (8) e b) (9)

O extrato de *Paraopsia brazzeana* foi produzido como descrito previamente (2). As soluções de substrato e enzima na ausência de inibidor, na presença de inibidor e na presença de extrato da planta foram preparadas como descrito previamente (10, 11).

Grupos controles devem mostrar o que acontece na ausência da intervenção (controle negativo) e o efeito com a intervenção esperada (controle positivo) (12). A intervenção, neste caso, é a inibição da enzima. Sendo assim, a solução contendo o PNPG e a α-glicosidase, sem inibidor ou extrato, foi considerada controle negativo porque não se esperava que ocorresse alguma inibição, garantindo que o resultado encontrado fosse devido ao procedimento correto. Já a solução de substrato e enzima com a acarbose foi o controle positivo, confirmando a capacidade do experimento de gerar um resultado inibitório. O grupo com a solução substrato e enzima na presença de extrato foi comparado com estes grupos controles.

As concentrações de substratos utilizados foram 0,8 mM, 0,6 mM, 0,4 mM, 0,2 mM e 0,1 mM. Mediu-se a absorbância em um espectrômetro em 405 nm.

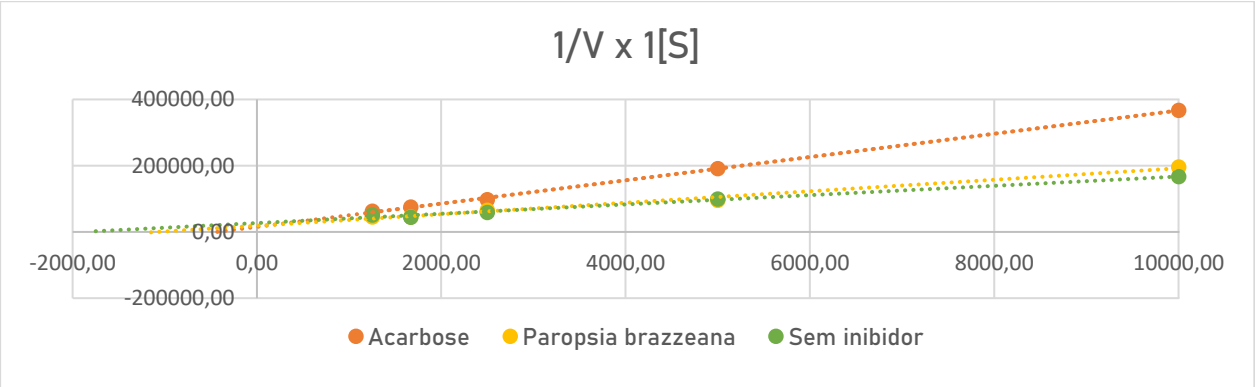
Utilizando do modelo de Michaelis–Menten e o transformando em um gráfico de Lineweaver–Burke, encontra-se a velocidade máxima (V_{MAX}) da reação e a constante de Michaelis (K_M). Esta constante expressa o grau de interação entre um respectivo inibidor enzimático e a enzima inibida. Quanto menor seu valor, maior será a afinidade entre essas espécies (13). Nas fórmulas das equações de Michaelis–Menten (1) e Lineweaver-Burker (2), v representa a velocidade da reação e [S] é a concentração do substrato. Fórmulas:

$$v = \frac{V_{Máx}\,[S]}{K_M + [S]} \quad (1) \qquad \frac{1}{v} = \frac{K_M}{V_{Máx}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{Máx}} \quad (2)$$

Resultados

A Figura 2 ilustra o gráfico de Lineweaver–Burke obtido. Para o inibidor acarbose, V_{Max}= 6,5555x10^{-05} min^{-1} e K_M=4,3410x10^{-1} M. Já para o extrato de *P. brazzeana*, V_{Max} = 5,3463x10^{-05} min^{-1} e K_M =1,0781M.

Figura 2: Gráfico de Lineweaver–Burke



Fonte: Autor

Conclusões

Mesmo com um efeito inibitório inferior ao da acarbose, o extrato de *Paropsia brazzeana* inibe a α-glicosidase. Desta maneira, o uso desta planta no tratamento do tipo 2 de diabetes se faz viável e a baixo custo, devido à redução da hiperglicemia, principalmente pós-prandial. A Figura 3 resume o trabalho exposto.

Figura 3: Esquema ilustrativo contendo o resumo do projeto de pesquisa



Fonte: Autor

Referências

1. International Diabetes Federation. Diabetes Basics [Internet]. Brussels: International Diabetes Federation; 2024 [cited 2025 Sep 3]. Available from: https://idf.org/about-diabetes/what-is-diabetes/

2. Maroyi A. A synthesis and review of ethnomedicinal uses, phytochemistry and biological activities of Paropsia brazzeana Baill. (Passifloraceae). Res J Pharm Technol. 2022;15(11):5331–6.

3. Shedd A, Vanuchi J, Dorce Y, Kiernan J, Kadima W. Clinical studies of the effect(s) of Paropsia brazzeana on patients with type 2 diabetes. [unpublished manuscript].

4. Kumar S, Narwal S, Kumar V, Prakash O. α-glucosidase inhibitors from plants: a natural approach to treat diabetes. Pharmacogn Rev. 2011;5(9):19–29. doi:10.4103/0973-7847.79096

5. Ghani U. Re-exploring promising α-glucosidase inhibitors for potential development into oral anti-diabetic drugs: finding needle in the haystack. Eur J Med Chem. 2015;103:133–62. doi:10.1016/j.ejmech.2015.08.043

6. Zeng L, Zhang L, Hu X, Wu J, Chen Z. Inhibitory mechanism of morin on α-glucosidase and its anti-glycation properties. Food Funct. 2016;7(9):3953–63. doi:10.1039/c6fo00680a. PMID:27549567

7. Binder TP, Robyt JF. p-Nitrophenyl alpha-D-glucopyranoside, a new substrate for glucansucrases. Carbohydr Res. 1983;124(2):287–99. doi:10.1016/0008-6215(83)88464-x. PMID:6671201

8. Sigma-Aldrich. 4-Nitrophenyl α-D-Glucopyranoside [Internet]. St. Louis: Sigma-Aldrich; 2025 [cited 2025 Sep 10]. Available from: https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/sigma/n1377

9. Sigma-Aldrich. 4-Nitrofenol [Internet]. St. Louis: Sigma-Aldrich; 2025 [cited 2025 Sep 10]. Available from: https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/sial/phr1150

10. Subramanian R, Asmawi MZ, Sadikun A. In vitro alpha-glucosidase and alpha-amylase enzyme inhibitory effects of Andrographis paniculata extract and andrographolide. Acta Biochim Pol. 2008;55(2):391–8. PMID:18511986

11. Kim JS, Kwon CS, Son KH. Inhibition of alpha-glucosidase and amylase by luteolin, a flavonoid. Biosci Biotechnol Biochem. 2000;64(11):2458–61.

12. Moser P. Out of control? Managing baseline variability in experimental studies with control groups. Handb Exp Pharmacol. 2020;257:101–17. doi:10.1007/164_2019_280. PMID:31595416

13. Plowman KM, editor. Enzyme kinetics. 11th ed. New York: McGraw-Hill; 1972. (Series in Advanced Chemistry).

OLIMPÍADAS DE BIOLOGIA: UM CAMINHO PARA A PESQUISA CIENTÍFICA E PARA A UNIVERSIDADE

Autor: Fernando de Paiva Santos

Orcid: 0009-0008-2350-0522

Orientadora: Profa. Dra. Ivana Barbosa Suffredini

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

As olimpíadas científicas há muito tempo têm sido disputadas em diversas áreas do conhecimento por estudantes de diferentes países, tanto em competições nacionais como internacionais. A nomenclatura Olimpíada, de origem grega *Olympîas,* foi inspirado nas competições esportivas disputadas desde 776 a.C. (BICKERMAN, 1980). De acordo com Campagnolo (2011), as olimpíadas científicas se aproximam das esportivas por serem uma competição, embora possuam foco diferente. Desta forma, é necessário que haja, de acordo com a proposta da comissão organizadora, uma forma de classificação dos participantes, ao seu final.

As olimpíadas científicas encontram-se em expansão no território brasileiro, nos últimos anos, e são consideradas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) momentos privilegiados para se encontrar novos talentos, principalmente na Rede Pública de Ensino, como também para divulgar a ciência entre os mais jovens. Além de democratizar o conhecimento e elevar a qualidade da educação científica nas escolas, propicia a descoberta dos modos de se fazer ciência (BRASIL, 2020).

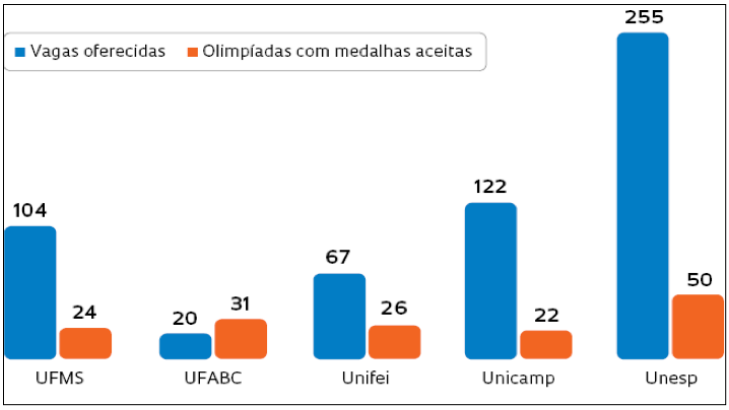
Segundo Xavier (2018), as olimpíadas científicas têm um caráter de divulgação de conhecimentos e alfabetização científica dentro da educação. Para Optiz e Harms (2020), o objetivo das Olimpíadas de Ciências é oferecer oportunidades de aprendizagem envolventes e competitivas para conteúdo específico de uma área e prática para alunos de alto desempenho com interesse especial em ciências.

Dentro deste contexto, a Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB) tem papel relevante como um meio de desenvolvimento pessoal, social e intelectual dos estudantes assim como classificá-los para as Olimpíadas Internacionais de Biologia (Olimpíada Ibero Americana de Biologia - OIAB e Olimpíada Internacional de Biologia - IBO). Em acréscimo, tais olimpíadas permitem o acesso às universidades públicas, como acontece na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - a primeira no Brasil a conceder vagas para alunos olímpicos em 2019, Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), e as Universidades Federais de Itajubá (UNIFEI), do ABC Paulista (UFABC) e do Mato Grosso do Sul (UFMS) (Figura 1).

Contudo, existem poucos estudos científicos publicados sobre a participação dos educandos brasileiros nas Olimpíadas de Biologia, o que dificulta a compreensão da distribuição e dos resultados alcançados no evento (Figura 2).

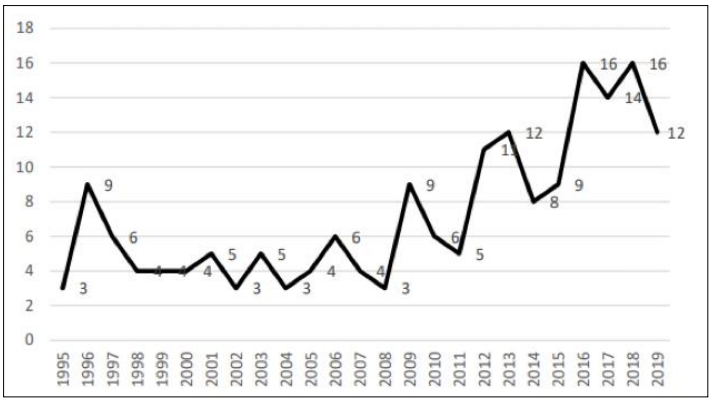
Dados como tipo de instituição (pública ou privada), percentual de meninos e meninas nas competições, resultados obtidos por tipo de escola, gênero biológico do estudante, entre outros, podem auxiliar na construção de projetos estruturados para a melhoria da preparação dos participantes, o que pode alavancar os resultados e despertar o interesse no estudo de Biologia e proporcionar um aumento na acessibilidade ao conhecimento por parte dos jovens brasileiros.

Figura 1: Vagas olímpicas oferecidas no vestibular de 2023, segundo as Universidades



Fonte: BRASIL, 2020

Figura 2: Número de publicações referentes às olimpíadas científicas em periódicos por ano



Fonte: ALMEIDA, 2022

Em seu estudo, Campos e Bent (2016) sugerem que o trabalho em equipe é fundamental para o processo de preparação dos estudantes que competem em olimpíadas científicas. Com vistas a fornecer dados para uma integração direcionada entre escolas e universidades e a gerar um esforço coletivo para a preparação dos alunos, este trabalho tem por objetivo realizar uma pesquisa quantitativa com os dados obtidos de OBBs anteriores, a fim de verificar a participação dos alunos brasileiros nessas olimpiadas, com a apresentação da diferenças ou semelhanças entre instituições públicas e particulares de ensino, a partir dos resultados alcançados anteriormente, para construção de ações de melhoria na preparação dos discentes em competições futuras.

Metodologia

A pesquisa será submetida à análise da Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Paulista (CEP-UNIP) por utilizar dados de alunos pertencentes a instituições de ensino diversas, sob o compromisso de se preservar as informações pessoais dos alunos.

Será realizada uma pesquisa eletrônica de referências sobre as Olimpíadas Científicas, tanto no Brasil como em outros países, em plataformas como Scielo, Portal de Periódicos da CAPES, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google Acadêmico, LILACS, REDALYC, Bireme, Scopus, Web of Science, PubMed e outras.

As informações pertinentes à quantidade e distribuição de alunos participantes das OBBs serão solicitadas ao Instituto Butantan, organizador da olimpíada no Brasil, mediante requerimento oficial da UNIP.

Os dados coletados serão submetidos a uma análise estatística, a ser iniciada pelo uso de estatística descritiva. Testes de normalidade e análises de variância e seus testes posteriores serão adotados para a prospecção dos dados, bem como análises multivariadas. Será considerada significância α de 5% para todas as análises.

Para a coleta dos dados quantitativos, será utilizado o período de 2022 a 2025, pós-pandêmico, por serem dados mais consistentes.

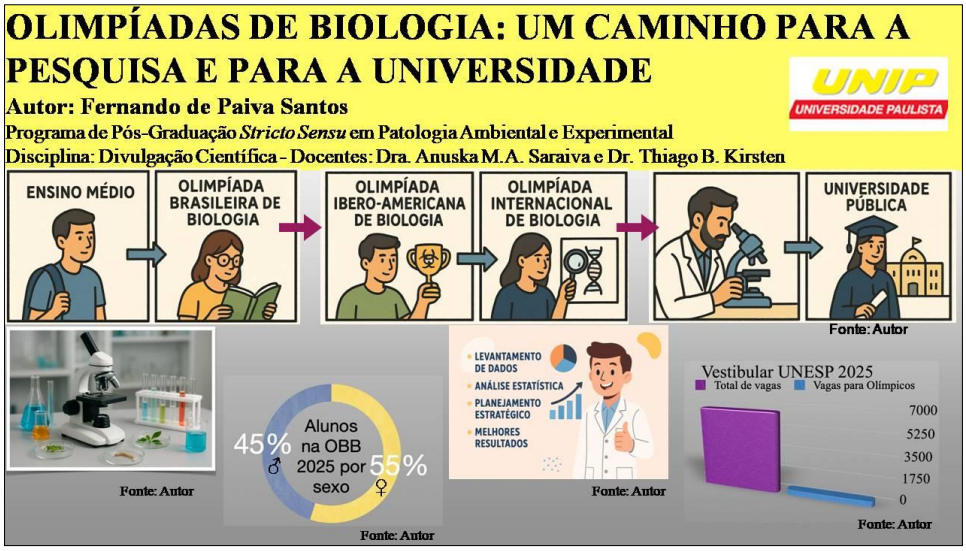
Resultados esperados

A partir dos dados obtidos, espera-se desenvolver uma proposta de sistematização dos dados gerais disponibilizados pelo comitê organizador das OBBs e verificar a ocorrência de diferenças ou semelhanças entre as variáveis consideradas para que um protocolo de conduta a ser seguido pelos professores, escolas e comissões organizadoras dos eventos, para cada uma das fases da OBB, medalhas conquistadas e classificação para a OIAB e IBO.

Conclusão

A partir de dados organizados e parametrizados, é possível planejar e otimizar estratégias de ação direcionadas aos alunos do Ensino Médio para promover maior acesso aos programas olímpicos de Biologia, com vistas a alcançar melhores resultados, essencialmente aos alunos da Rede Pública de Ensino. A Figura 3 apresenta o iconográfico do projeto de pesquisa. Este projeto será viabilizado com parcerias junto à Universidade permitindo que os educandos do Ensino Médio tenham contato com práticas experimentais e roteiros teóricos necessários na execução das avaliações olímpicas.

Figura 3: Resumo do projeto de pesquisa



Fonte: Autor

Referências

ALMEIDA, A. C. de *et al*. Políticas educacionais: um estudo bibliométrico sobre o papel das olimpíadas científicas sob uma análise multinível. Revista Brasileira de Educação, v. 27, p. e270021, 2022.

BICKERMAN, E. J. *Chronology of the ancient world*. 2. ed. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1980. p. 75, 88. ISBN 9780801412820.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Olimpíadas Científicas*. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2020. Disponível em: http://www.cnpq.br/olimpiadas. Acesso em: 29 ago. 2025.

CAMPAGNOLO, J. C. N. O caráter incentivador das olimpíadas de conhecimento: uma análise sobre a visão dos alunos da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica sobre a Olimpíada. 2011. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

CAMPOS, L.; BENT, A. Factores que influyen en la construcción de conocimiento en las ciencias biológicas de los estudiantes que participan en la IX Olimpiada Costarricense de Ciencias Biológicas (OLICOCIBI). 2016. Tese (Licenciatura) – Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2016.

OPITZ, S.; HARMS, U. Assessing high performers in the life sciences: characteristics of exams used at the International Biology Olympiad (IBO) and their implications for life science education. *CBE—Life Sciences Education*, v. 19, n. 4, p. ar55, dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.1187/cbe.19-10-0215. PMID: 33215972; PMCID: PMC8693943.

XAVIER, K. A. A contribuição da Olimpíada Paraibana de Química na formação de licenciandos em Química e de alunos da rede pública de ensino. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018. Disponível em: https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3210. Acesso em: 24 ago. 2025.

EXERCÍCIO FÍSICO E IMUNIDADE NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Autor: Gerson de Lima Santos

Orcid: 0009-0000-0563-5898

Orientadora: Anuska Marcelino Alvares Saraiva

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

A prática regular de exercícios físicos é amplamente reconhecida como um elemento essencial para a promoção da saúde e a prevenção de doenças crônicas, como o Diabetes *mellitus* (DM). A relação entre atividade física e o controle glicêmico tem sido foco de diversas pesquisas. O treinamento resistido mostra maiores resultados no controle glicêmico diante do treinamento aeróbio, promovendo hipertrofia, força, resistência e potência muscular, de modo consequente, maior absorção de glicose e aumento da sensibilidade à insulina (SANTOS, 2017). Deste modo, os exercícios resistidos atuam tanto na prevenção quanto no auxílio do tratamento da DM2.

Estudos indicam que a prática de exercícios físicos regulares pode reduzir marcadores de inflamação, como a proteína C-reativa, e diminuir o risco de doenças infecciosas em até 31% (CAMPBELL e TURNER, 2018). O comportamento regular da função imunológica é dependente do eixo neuroimunoendócrino, ou seja, existe uma comunicação entre os sistemas nervoso, endócrino e imunológico, por meio de substâncias peptídicas e neurotransmissoras, no qual a função imune é modulada pelo esforço físico (KRINSKI, *et al.*, 2010). Uma carga aguda de treinamento físico afeta os sistemas neuroendócrinos e imunológicos sendo constatada a elevação de neurotransmissores, hormônios e citocinas no plasma (TERRA *et al.*, 2012).

A interleucina-6 (IL-6) apresenta papel central na resposta ao exercício físico, sendo produzida pelo músculo esquelético durante a contração muscular e atua tanto na fase aguda da resposta inflamatória quanto na indução de efeitos anti-inflamatórios crônicos, por meio da estimulação de outras citocinas (PETERSEN e PEDERSEN, 2005; REIS *et al.*, 2024) promovendo uma corregulação (Figura 1).

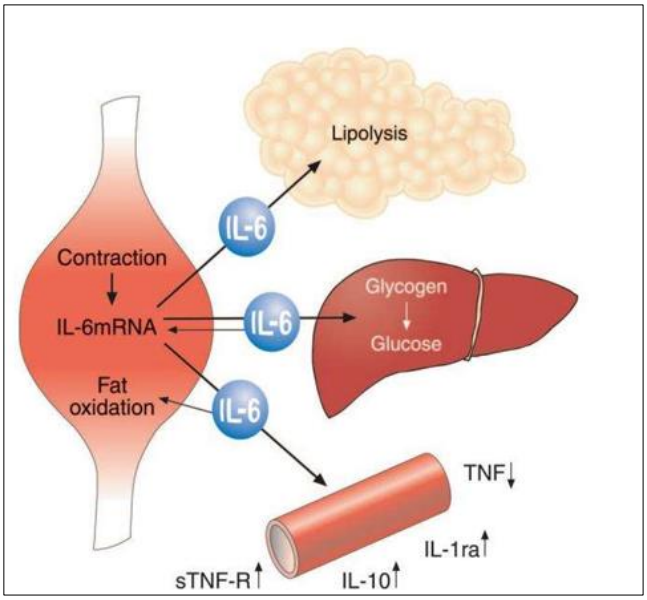
Deste modo, o presente estudo propõe investigar a influência de um programa escolar de exercícios físicos de 100 dias sobre a glicemia capilar em jejum e o perfil inflamatório de estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo.

Metodologia

Será realizado um estudo quase-experimental, pré- e pós-intervenção, em grupo único não randomizado, realizado com 40 adolescentes matriculados no 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo. O protocolo prevê duas avaliações: a primeira antes do início da intervenção e a segunda pós-intervenção, que consiste em um Programa de Exercícios Físicos de 100 dias (PEF100), com

atividades repetidas semanalmente, que incluem treinamento funcional, voleibol e alongamento não supervisionado em dias alternados, guiados por videoaula, por cerca de 100 dias. Em ambos os momentos serão coletados dados antropométricos e clínicos, como peso, altura, índice de massa corporal, circunferência abdominal, pressão arterial e frequência cardíaca de repouso, além da glicemia capilar em jejum e amostras de saliva para análise de citocinas inflamatórias e serão realizados testes de aptidão física. Ainda, os participantes responderão ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). A Figura 2 ilustra o delineamento experimental a ser realizado.

Figura 1: As fibras musculares em contração produzem e liberam a interleucina-6 (IL-6), que induz vários efeitos metabólicos. A IL-6 induz lipólise e oxidação de gordura e está envolvida na homeostase da glicose durante o exercício. Além disso, a IL-6 tem fortes efeitos anti-inflamatórios e pode inibir a resistência à insulina induzida pelo fator de necrose tumoral (TNF) e seu receptor solúvel



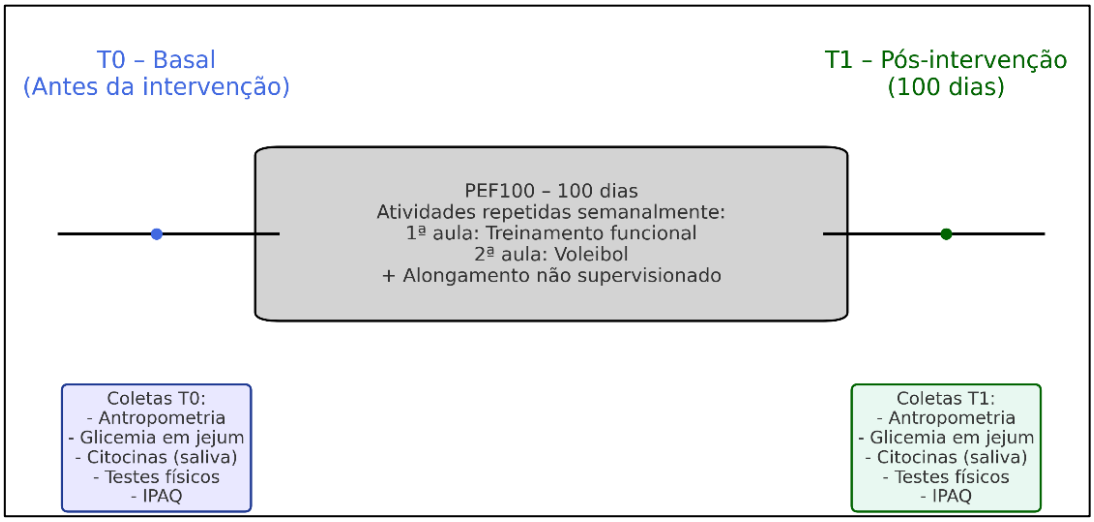
Fonte: PETERSEN e PEDERSEN, 2005

Resultados esperados

A combinação entre atividade física regular e reeducação alimentar potencializa os efeitos metabólicos positivos, resultando em melhor controle glicêmico, redução da adiposidade corporal, melhora do perfil lipídico e da resposta inflamatória (GLEESON *et al.,* 2020). Essa sinergia entre movimento e alimentação saudável contribui para o equilíbrio do sistema imunometabólico, fundamental na prevenção do DM2.

Em estudo anterior, foi observado: 21% dos adolescentes com glicemia alterada em níveis de pré-Diabetes, 3% com alteração na pressão arterial e 12% com sobrepeso (SOUZA, 2023). Deste modo, espera-se que os parâmetros de saúde de adolescentes estejam em níveis considerados saudáveis e/ou atinjam esses níveis após a prática regular de exercícios proposta no PEF100.

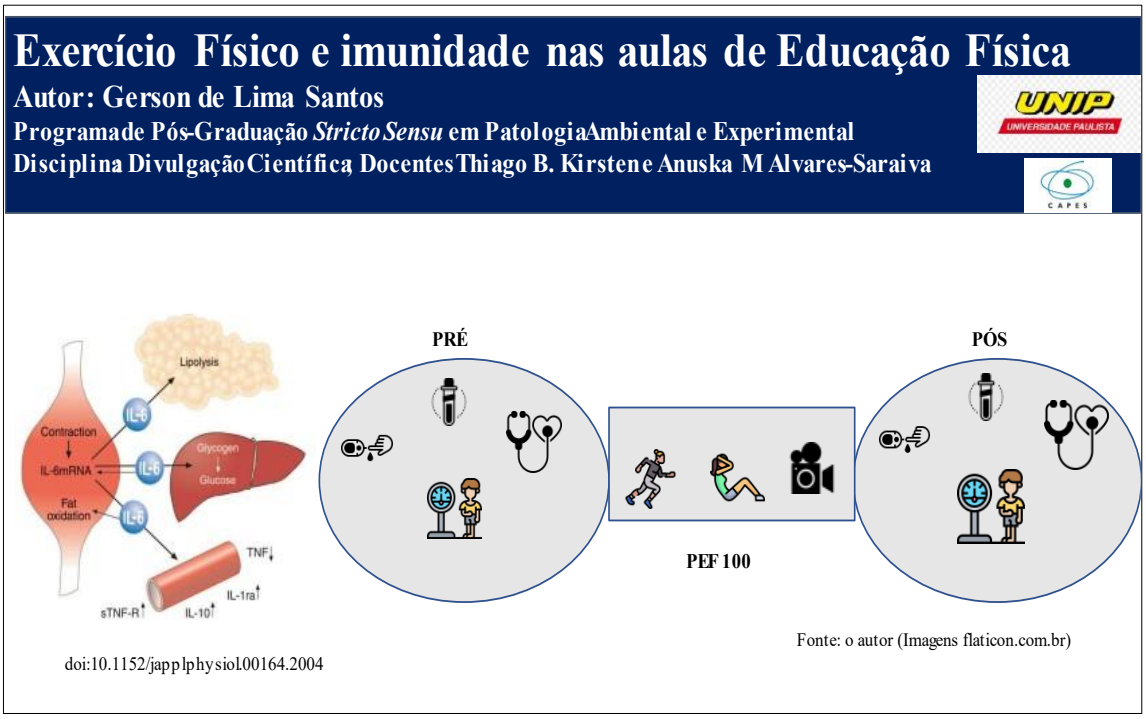
Figura 2: Delineamento experimental do estudo. Avaliações no tempo (T) 0 (basal) e T1 (pós-intervenção, 100 dias), com coleta de antropometria (peso, altura, IMC, circunferência abdominal), parâmetros clínicos (pressão arterial e frequencia cardiaca em repouso), glicemia capilar em jejum e saliva para dosagem de citocinas. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e teste de Aptidão Física (TAF). Entre T0 e T1, os participantes realizam o Programa de Exercícios Físicos de 100 dias (PEF 100), com atividades repetidas semanalmente: 1° aula – treinamento funcional; 2° aula – voleibol; além de alongamento não supervisionado (15 min) em dias alternados



Fonte: os autores

A Figura 3 resume o trabalho.

Figura 3: Resumo do Projeto de Pesquisa



Fonte: os autores

Conclusão

A mudança atitudinal na direção da prevenção de doenças crônicas e na adoção de estilo de vida mais saudável é fundamental entre a população jovem, para além das mudanças no perfil inflamatório e em parâmetros clínicos e antropométricos. Tanto os resultados obtidos neste estudo quanto a metodologia aplicada servirão como base para promoção de saúde em adolescentes.

Referências

CAMPBELL, J. P.; TURNER, J. E. Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. *Frontiers in Immunology*, Lausanne, v. 9, p. 648, 16 abr. 2018.

GLEESON, M. *et al*. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, v. 20, n. 9, p. 543–552, 2020.

KRINSKI, D. *et al*. Efeito do exercício físico no sistema imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 16, n. 1, p. 58-62, jan./fev. 2010.

PETERSEN, A. M. W.; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 98, n. 4, p. 1154–1162, 2005.

REIS, A. S. L. da S. *et al*. The Impact of Exercise on Interleukin-6 to Counteract Immunosenescence: Methodological Quality and Overview of Systematic Reviews. *Healthcare*, v. 12, n. 10, 954, 2024.

SANTOS, C. M. dos. *Marcadores inflamatórios TNF-α, IL-6 e IL-10 após atividade física de alta intensidade em adultos jovens*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SOUZA, V. de. *Diabetes mellitus na adolescência: investigação em adolescentes da "Escola Técnica Estadual Albert Einstein"*. 2023. Dissertação (Mestrado em Patologia Ambiental e Experimental) – Universidade Paulista, São Paulo, 2023.

TERRA, R. *et al*. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Revista Ciências do Exercício e do Esporte*, v. 18, n. 3, 2012.

ANÁLISE DA DIETA DE DÉFICIT CALÓRICO DE ATLETAS DE FISICULTURISMO NATURAL

Autor: Yuri Souza Rodrigues

Orcid: 0009-0000-1108-2521

Orientador: Vitor de Salles Painelli

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

Em 1935 houve um ponto de inflexão nos esportes. Isso aconteceu, pois a testosterona foi sintetizada e produzida pela primeira vez por Ruzica e Weltstein. Após essa descoberta, começaram a testar a testosterona em atletas para melhorar o desempenho de tal maneira que, em 1945, muitos esportes já tinham atletas que faziam o uso da testosterona com a finalidade de melhorar a sua performance na competição (CZEPIELEWSKI *et al.*, 2002).

Dentre esses esportes, destaca-se o fisiculturismo, ao qual o uso da testosterona e seus derivados ésteres são tão elevados que foi necessário distinguir o fisiculturismo natural do fisiculturismo artificial (ou hormonizado) (SPENDLOVE *et al.*, 2015).

Os fisiculturistas competitivos submetem-se a rigorosas práticas dietéticas e de treinamento físico, as quais devem se adequar ao período do ciclo competitivo em que o atleta se encontra (GENTIL *et al.*, 2017). Fazem parte do ciclo competitivo do atleta fisiculturista os períodos de *Bulking* (superávit calórico) e *Cutting* (déficit calórico). Por se tratar do período *off-season*, quando o atleta não está competindo, durante o *Bulking* a dieta do fisiculturista geralmente contem mais calorias, consequentemente gerando um elevado consumo absoluto de macronutrientes, principalmente proteínas e carboidratos (HELMS *et al.*, 2014). Por outro lado, durante o *Cutting*, isto é, o período pré-competitivo, o qual geralmente se inicia 12 a 20 semanas antes do evento competitivo, nota-se uma tendência geral dos atletas realizarem dietas deficientes energeticamente e nutricionalmente desequilibradas, com a suposta proposta de aperfeiçoar a definição muscular (SPENDLOVE *et al.*, 2015). O déficit calórico na fase de pré-competição envolve um baixo consumo energético, principalmente de carboidratos e gorduras, associado ao elevado consumo de proteína, com a finalidade de perder o máximo de tecido adiposo possível e manter o máximo de massa magra possível (HALUCH, 2019).

É preciso lembrar que os atletas de fisiculturismo natural devem seguir uma lista de antidopagem chamada de *World Anti-Doping Agency* (WADA).

Esse estudo teve como objetivo avaliar a dieta de déficit calórico de atletas de fisiculturismo natural, avaliando macronutrientes e micronutrientes, além de verificar junto aos atletas a justificativa de cada abordagem dietética, comparando com as diretrizes recomendadas. Outro objetivo foi avaliar o sono ao longo da fase de competição.

Metodologia

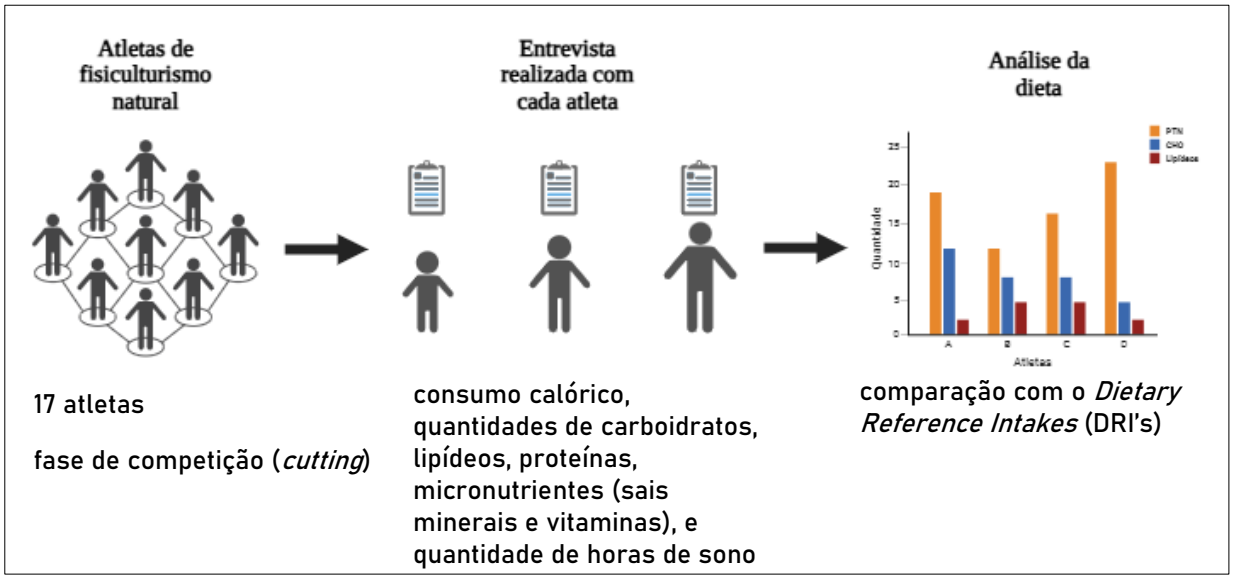
Essa análise foi realizada através de uma seleção de amostras, ao qual 17 atletas de fisiculturismo natural do sexo masculino em fase de *cutting* foram voluntários para uma avalição da sua dieta de déficit calórico. Foram verificados o consumo calórico, as quantidades de carboidratos, lipídeos, proteínas e micronutrientes como sais minerais e vitaminas, bem como a quantidade de horas de sono. Esses atletas eram associados a uma federação de fisiculturismo natural chamada de *Internacional Natural Bodybilding Association* (INBA), sendo este o critério de elegibilidade dos participantes.

Para a investigação foi elaborado um estudo prospectivo com um design quase-experimental. As entrevistas foram realizadas sempre pelo mesmo membro da equipe de pesquisa. Os participantes preencheram um questionário pessoal, com dados relativos a idade, altura, peso, dieta, quantidade de cada macronutriente, quantidade de sono (horas) e tempo de preparação para a competição, levando em conta o início e o fim do período de competição.

Com os dados, foi realizada uma análise estatística, sendo expressos em média, desvio padrão e comparação com o *Dietary Reference Intakes* (DRI) (PADOVANI *et al.*, 2006).

A Figura 1 ilustra o delineamento experimental, a coleta e a análise de dados.

Figura 1: Delineamento experimental, coleta e análise de dados



Fonte: criado pelo autor com o auxílio de https://BioRender.com

Resultados

Ao todo, de 17 atletas, apenas 12 forneceram dados do início ao fim da fase de competição.

Dos 12 atletas que forneceram dados, foi possível observar um consumo calórico de 1.200kcal/dia, que é abaixo do que é recomendado pelas DRI's. A DRI

recomenda um consumo de 2.000-3.000kcal/dia para homens de 14 a 50 anos de idade.

Quanto ao consumo protéico, ele foi bem elevado. Em alguns sujeitos houve um consumo de proteína de 3g por quilograma do atleta.

Por outro lado, o consumo de lipídios foi extremamente baixo, constando o consumo de níveis de traços em muitos casos.

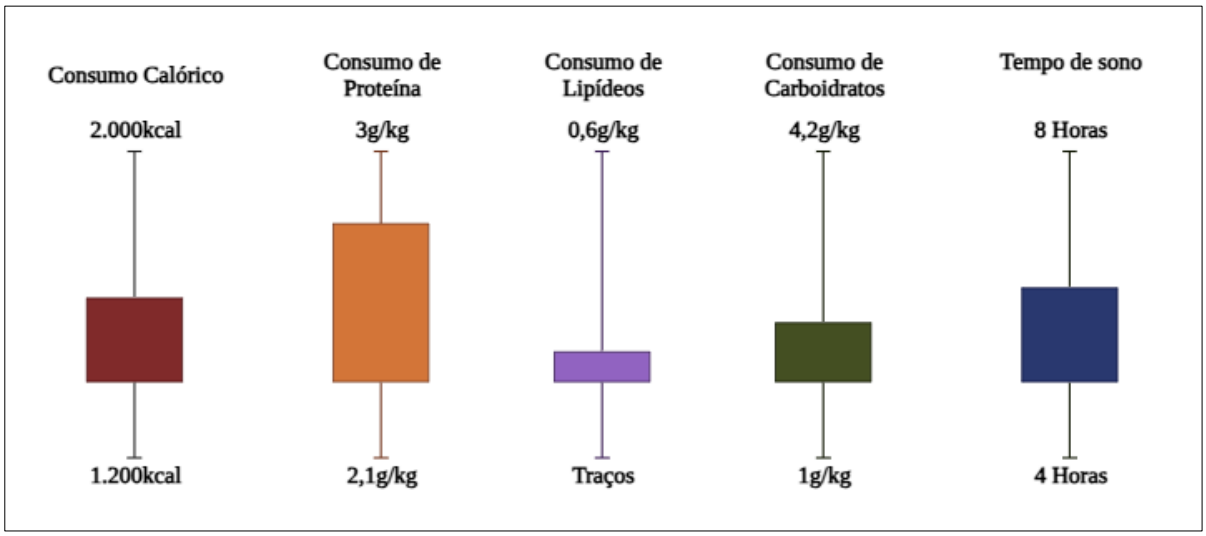
Quanto aos carboidratos, também houve baixíssimo consumo. Em alguns casos, o consumo foi de 1g/kg corporal.

No quesito de micronutrientes (sais minerais e vitaminas), houve déficit na maioria das vitaminas e sais minerais quando comparado com a DRI.

Quanto ao sono, houve uma diminuição na quantidade de horas de sono ao longo da preparação. Em muitos casos, a quantidade de horas de sono por dia foi reduzida pela metade.

A Figura 2 ilustra os dados coletados.

Figura 2: Resultados da análise de dados, referente ao consumo dos atletas

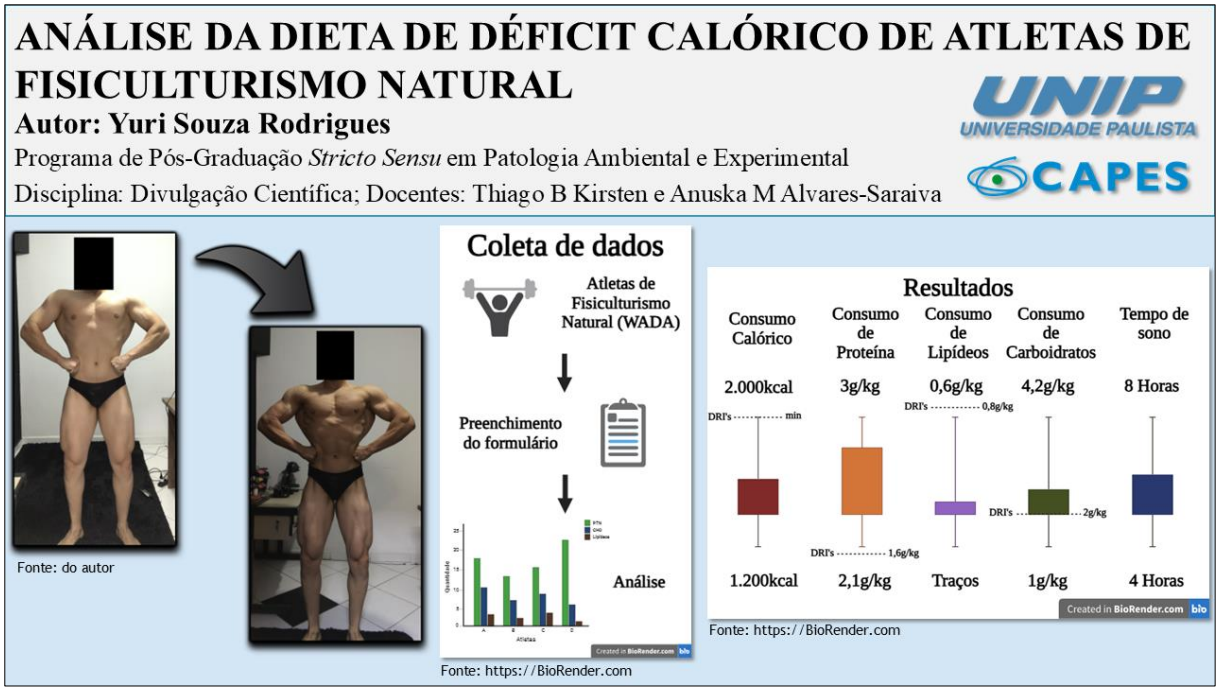


Fonte: do autor

Conclusão

A pesquisa conduzida com os atletas fisiculturistas demonstrou que esses atletas consumiram baixos valores calóricos na fase de competição. Com o intuito de baixar o porcentual de gordura, os atletas diminuem o aporte principalmente de carboidrato e lipídios da dieta. Em contrapartida, houve alta no consumo de proteínas no intuito de sanar a perda de massa magra. Analisando os micronutrientes foi possível observar uma diminuição no aporte na maioria dos micronutrientes devido a fontes restritas de alimentos. Por fim, foi demonstrada queda brusca no tempo de quantidade de sono de cada atleta. A Figura 3 resume o trabalho.

Figura 3: Resumo da pesquisa



Fonte: do autor

Referências

CZEPIELEWSKI, Mauro Antônio. Esteróides anabolizantes no esporte. 2002. 9 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Médicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GENTIL, P. *et al*. Nutrition, pharmacological and training strategies adopted by six bodybuilders: case report and critical review. *European Journal of Translational Myology*, v. 27, n. 1, p. 6247, 2017.

HALUCH, Dudu. *Hormônios no Fisiculturismo: história, fisiologia e farmacologia*. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2019. 266 p.

HELMS, E. R.; ARAGON, A. A.; FITSCHEN, P. J. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 11, p. 20, 2014.

PADOVANI, Renata Maria *et al*. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. *Revista de Nutrição*, v. 19, p. 741-760, 2006.

SPENDLOVE, J. *et al*. Dietary intake of competitive bodybuilders. *Sports Medicine*, v. 45, n. 7, p. 1041-1063, 2015.

NEUROPATIA, VASCULOPATIA E INFECÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A COMPLEXIDADE DO PÉ DIABÉTICO

Autora: Zilmara Romero Avalo

Orcid: 0009-0000-1195-8896

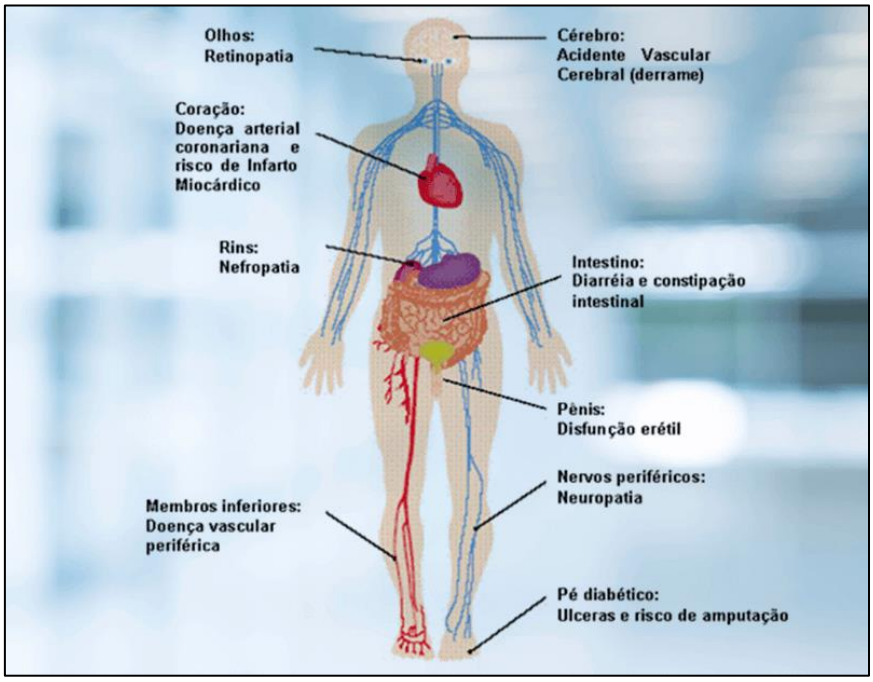
Orientadora: Anuska Marcelino Alvares Saraiva

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Patologia Ambiental e Experimental, Universidade Paulista

Introdução

Diabetes *mellitus* (DM) é uma doença crônica não transmissível, caracterizada pelo aumento da glicose plasmática em decorrência de defeitos na ação e/ou secreção da insulina (BERTONHI; DIAS; 2018). O desequilíbrio glicêmico prolongado está diretamente associado a processos de dano, disfunção e falência progressiva de órgãos. A falta de controle adequado da doença favorece o surgimento de complicações ao longo da vida do paciente, como alterações visuais (retinopatia, glaucoma e catarata), renais (nefropatia diabética e insuficiência renal) e neurológicas, que resultam em perdas sensoriais e aumentam o risco de úlceras em extremidades. Além disso, distúrbios de coagulação e déficit de irrigação sanguínea comprometem a cicatrização, podendo, em casos graves, levar a amputações. Também são frequentes complicações vasculares, como doença coronariana, cerebrovascular e periférica, e, devido à redução da resposta imunológica, há maior predisposição a infecções cutâneas, urinárias e bucais (CASARIN *et al.*, 2022). A Figura 1 ilustra as complicações da DM.

Figura 1: Complicações da Diabetes *mellitus*



Fonte: DIABETES SAÚDE, 2024

O presente estudo tem como objetivo revisar as principais complicações vasculares relacionadas ao diabetes e discutir sua associação com o desenvolvimento de úlceras do pé diabético.

Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa baseada em artigos científicos publicados entre 2005 e 2025, selecionados a partir de bases indexadas: Google Acadêmico, Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e PubMed. Foram incluídos estudos que abordam a relação entre DM, úlceras venosas e doença venosa crônica, contemplando aspectos epidemiológicos, fisiopatológicos, clínicos e terapêuticos.

Resultados e Discussão

A DM está associada a complicações micro e macro vasculares. A hiperglicemia persistente está associada a um estado inflamatório e pró-trombótico, que acelera alterações na parede venosa e compromete a microcirculação. Além disso, alterações estruturais no colágeno e a disfunção da inervação simpática favorecem a ocorrência de desvios arteriovenosos, diminuindo a oxigenação tecidual e agravando as alterações tróficas. Desse modo, pacientes com diabetes e doença venosa crônica tendem a apresentar piores desfechos, como dificuldade na cicatrização, maior risco de infecção e coexistência de complicações como neuropatia diabética e doença arterial periférica. Isso reforça que o diabetes agrava de forma significativa as complicações vasculares, tornando o manejo de úlceras mais complexo (JAROLÍKOVÁ *et al.*, 2023).

A disfunção hemostática inclui estado hipofibrinolítico, caracterizado pela formação de coágulos mais resistentes à degradação. Esse fenômeno decorre da redução da atividade do ativador do plasminogênio tecidual (tPA) e aumento dos principais inibidores da fibrinólise, como o inibidor do ativador do plasminogênio-1 (PAI-1) e o inibidor da fibrinólise ativado pela trombina (TAFI). Como resultado, há menor geração de plasmina e, consequentemente, comprometimento da capacidade fibrinolítica, aumentando o risco trombótico e contribuindo para a progressão das complicações vasculares. Parte dessas alterações pode ser revertida com o controle rigoroso da glicemia, o que reforça o papel central da hiperglicemia na disfunção hemostática (LI *et al.*, 2021).

Pacientes com DM2 tendem a apresentar maior volume plaquetário médio (VPM) e maior geração de plaquetas ativadas em comparação a indivíduos com DM1, sugerindo que a resistência à insulina tem influência direta sobre esse processo. Em condições fisiológicas, a insulina exerce efeito antiagregante ao ativar receptores específicos nas plaquetas, estimulando vias intracelulares que aumentam o monofosfato de adenosina cíclico (AMPc) e reduzem o influxo de cálcio. Esse mecanismo, entretanto, encontra-se prejudicado na resistência à insulina, tornando as plaquetas menos responsivas aos efeitos inibitórios da insulina, do óxido nítrico (NO) e da prostaciclina (PGI_2). Ademais, evidências recentes associam a resistência à insulina a alterações no microbioma intestinal, cuja produção de metabólitos, como o N-óxido de trimetilamina e a

fenilacetilglicina, potencializa a agregação plaquetária e aumenta a propensão à trombose (LI *et al.*, 2021).

Neste contexto, as úlceras do pé diabético constituem uma das complicações mais graves do diabetes, sendo responsáveis por até 84% das amputações de membros inferiores e associadas a um risco 2,4 vezes maior de mortalidade em comparação a pacientes sem esse quadro. Além do impacto clínico, comprometem a qualidade de vida, afetando mobilidade, independência funcional e aspectos emocionais e sociais (GOODRIDGE; TREPMAN; EMBIL, 2005).

A etiologia dessas lesões pode ser neuropática (35%), isquêmica (15%) ou neuroisquêmica (50%), conforme a presença de neuropatia periférica (NP), doença arterial periférica (DAP) ou ambos os fatores. As úlceras neuropáticas caracterizam-se por lesões profundas, arredondadas e indolores, geralmente em áreas de maior pressão do pé, cercadas por calosidades. Já as isquêmicas e neuroisquêmicas tendem a ser mais irregulares, de base pálida ou necrótica, frequentemente evoluindo para gangrena e associando-se a complicações como celulite, abscessos e osteomielite. Essas formas mais graves predominam no mediopé ou retropé e apresentam maior risco de progressão. Tanto NP quanto DAP estão diretamente ligadas ao envelhecimento, ao tempo de duração do diabetes e ao mau controle glicêmico (MCDERMOTT et al., 2022). A Figura 2 ilustra a classificação das úlceras.

Figura 2: Classificação das Úlceras

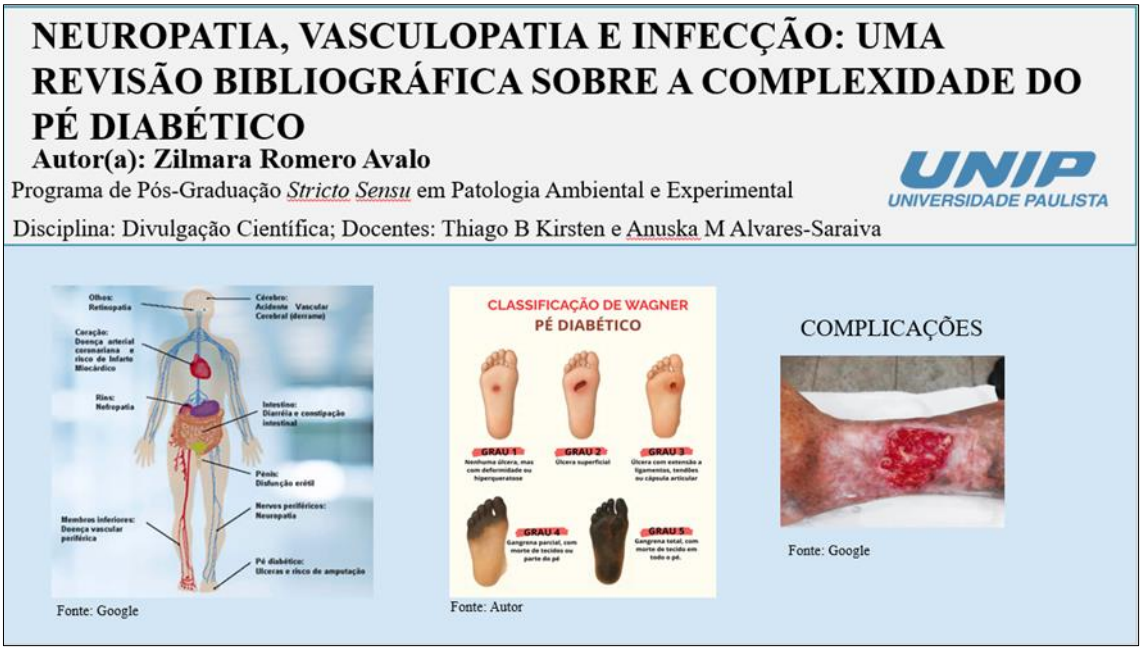


Fonte: Autor

Conclusão

O DM exerce impacto direto sobre o sistema vascular e hemostático, favorecendo complicações que culminam em úlceras de difícil cicatrização. O controle glicêmico rigoroso, aliado à detecção precoce de neuropatia e doença arterial periférica, é fundamental para reduzir o risco de amputações e melhorar a qualidade de vida dos pacientes. A Figura 3 resume o trabalho.

Figura 3: Esquema Ilustrativo contendo o resumo do projeto de pesquisa



Fonte: Autor

Referências

BERTONHI, Laura Gonçalves; DIAS, Juliana Chioda Ribeiro. Diabetes *mellitus* tipo 2: aspectos clínicos, tratamento e conduta dietoterápica. Revista Ciências Nutricionais Online, [*s. l.*], v. 2, n. 2, p. 1-10, 2018.

CASARIN, Daniele Escudeiro *et al*. Diabetes *mellitus*: causas, tratamento e prevenção. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 10062-10075, fev. 2022.

DIABETES SAÚDE. *Complicações crônicas do diabetes*. [Imagem]. Disponível em: https://diabetessaude.com.br/complicacoes-cronicas-diabetes/. 2024. Acesso em: 7/11/25.

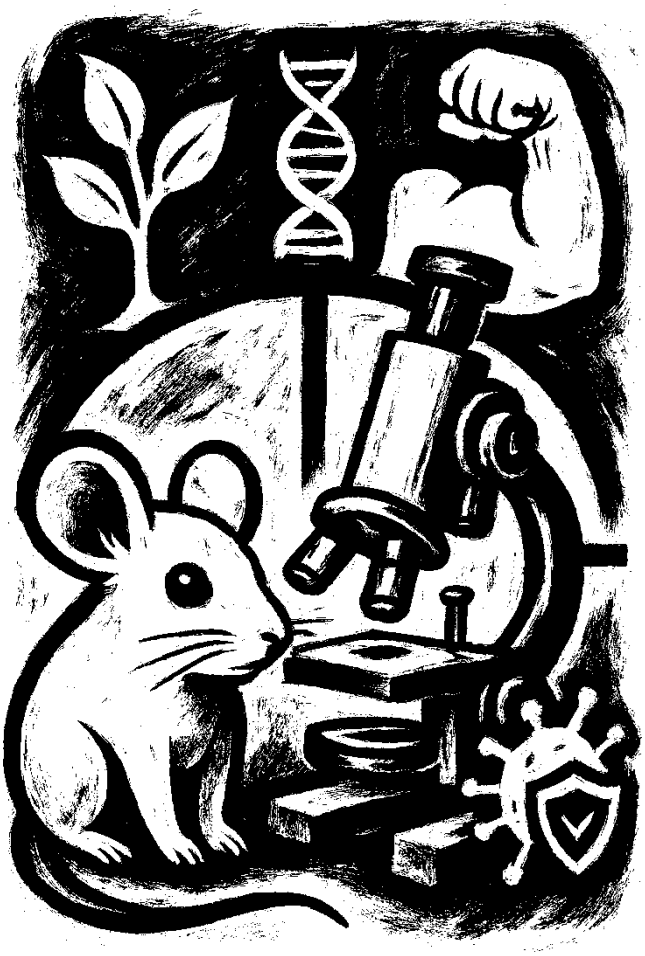
GOODRIDGE, Donna; TREPMAN, Elly; EMBIL, John M.. Health-Related Quality of Life in Diabetic Patients With Foot Ulcers. J Wound Ostomy Continence Nurs, [*s. l.*], v. 32, n. 6, p. 368-377, 2005.

JAROLÍKOVÁ, Radka*et al*. Chronic Venous Disease and Its Intersections With Diabetes *Mellitus*. Physiol Res, [*s. l.*], v. 72, n. 3, p. 280-286, 2023.

LI, Xiaoling*et al*. Effects of Hyperglycemiaand Diabetes *Mellitus* on Coagulation and Hemostasis. J. Clin. Med., [*s. l.*], v. 10, n. 11, p. 1-14, 2021.

MCDERMOTT, Katherine *et al*. Etiology, Epidemiology, and Disparities in the Burden of Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Care., [*s. l.*], v. 46, n. 1, p. 209-221, 2022.

Parte 2
POPs de Aulas Práticas



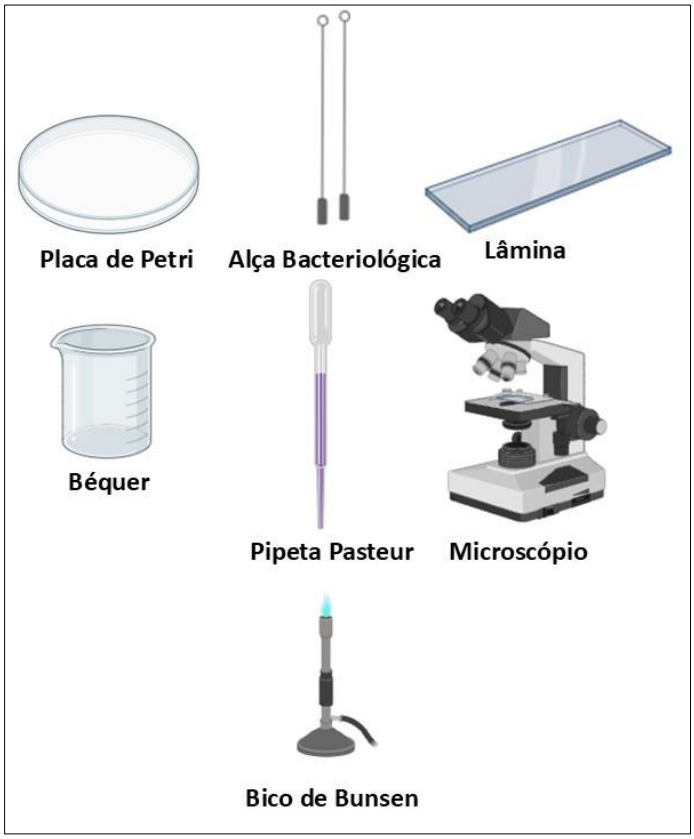
POP: CULTIVO DE MICRORGANISMOS

Autores: Caio Omori Del Debbio Pinheiro, Gerson de Lima Santos e Zilmara Romero Avalo

Objetivos: Semear, repicar e cultivar microrganismos em meio apropriado para seu crescimento e identificar bactérias gram-positivas e gram-negativas pela discriminação de coloração em microscópio de luz.

Lista de material:

1. Placa de Petri
2. Alça bacteriológica
3. Lâmina
4. Lamínula
5. Béquer
6. Pipeta Pasteur
7. Microscópio
8. Bico de Bunsen
9. Solução Salina
10. Meios de cultivo: Ágar Sabouroud (seletivo para fungos) e Ágar Mueller-Hilton (seletivo para bactérias)
11. Método Gram: Cristal violeta, Lugol, álcool-cetona (descorante) e Fucsina

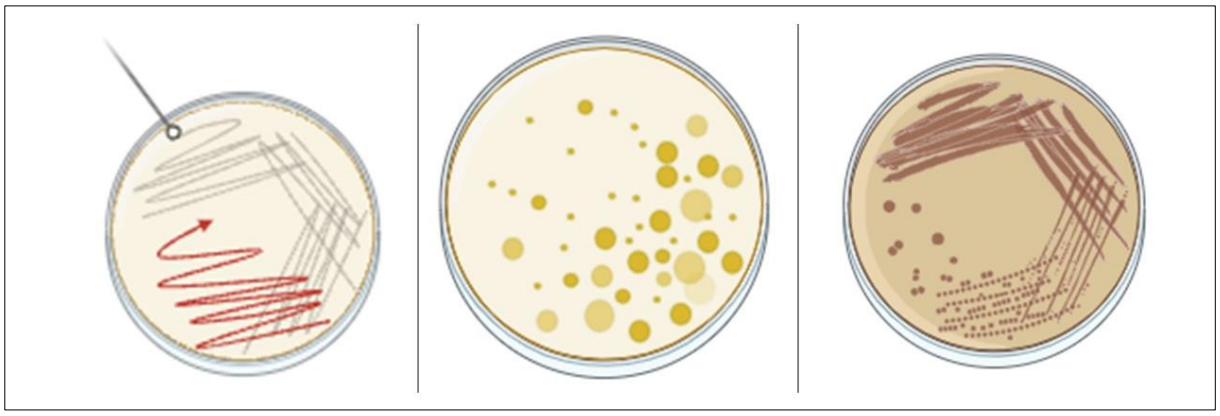


Fonte: os autores

Procedimento 1: Semeadura e Repique

1. Higienizar as mãos e a bancada
2. Acender o bico de Bunsen para criar uma zona estéril
3. Esterilizar a alça bacteriológica na chama até incandescência e deixar resfriar em temperatura ambiente
4. Coletar uma amostra (bactéria ou fungo) e realizar semeadura em estrias na placa de Petri com o meio de cultura adequado
5. Tampar e identificar a placa (nome, data e tipo de meio)
6. Selar a placa com parafilme ou papel filme
7. Incubar a 35-37°C e observar até o crescimento de colônias: Bactérias 24-48h e Fungos: 7-10 dias

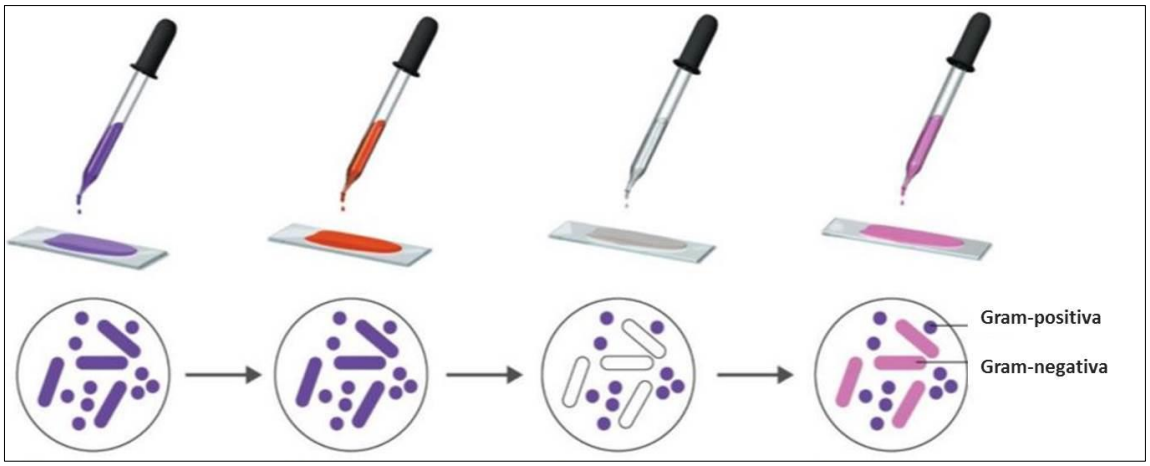
Repique: Transferência de uma pequena quantidade da amostra para um novo meio de cultivo a fim de isolar ou manter o cultivo do microrganismo.



Fonte: os autores

Procedimento 2: Coloração de GRAM

1. Com a alça bacteriológica, pegar uma pequena porção das colôniase espalhar na lâmina com solução salina
2. Fixar passando a lâmina rapidamente sobre a chama do bico de Bunsen
3. Adicionar cristal violeta sobre a lâmina e incubar por 1 minuto em temperatura ambiente; então escorrer o excesso
4. Adicionar lugol sobre a lâmina e incubar por 1 minuto em temperatura ambiente; então escorrer o excesso
5. Adicionar álcool-cetona e incubar por 30 segundos; então escorrer o excesso
6. Adicionar fucsina sobre a lâmina e incubar por 45 segundos em temperatura ambiente; então escorrer o excesso
7. Lavar levemente com água corrente e deixar secar em temperatura ambiente
8. Montagem da lâmina: Após a secagem, respingar uma gota de óleo de imersão e observar ao microscópio em objetiva de imersão (100x)

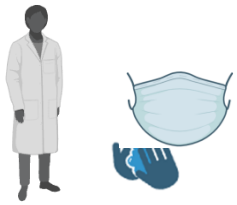


Fonte: KASVI, 2025

As bactérias gram-positivas são coradas de roxo e possuem parede celular com múltiplas camadas de peptidoglicano, enquanto as bactérias gram-negativas são coradas de rosa e possuem parede celular com apenas uma camada de peptidoglicano e uma membrana externa.

Riscos Associados:

- Biológicos: Contaminação ao manipular os microrganismos.
- Químicos: Manipulação de reagentes químicos.
- Físicos: Lesões de queimadura.



Medidas de segurança:

Lavagem das mãos e uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs): jaleco, máscara, touca e luvas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Manual de procedimentos básicos em microbiologia clínica para o controle de infecção hospitalar*. Brasília: Ministério da Saúde, 2000. 51 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_microbiologia_clinica.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS. *Técnica de coloração de Gram*. Brasília: Ministério da Saúde, 2001. 67 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/tecnica_coloracao_gram.pdf

KASVI. *Coloração de Gram – O que é bactéria Gram-positiva e Gram-negativa?* [Imagem]. Disponível em: https://kasvi.com.br/bacteria-gram-positiva-gram-negativa/. 2025. Acesso em: 07 nov. 2025.

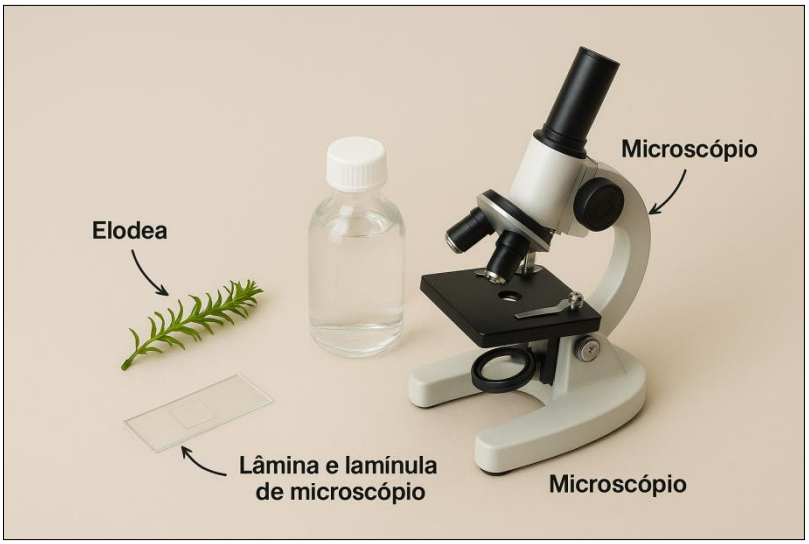
POP: OBSERVAÇÕES EM CÉLULAS VEGETAIS

Autores: Cauê Cardeal Carbonara, Fernando de Paiva Santos e Yuri Souza Rodrigues

Introdução e objetivo

A célula é a unidade básica dos seres vivos e contém diversas organelas, cujas funções mantêm o funcionamento celular. A maioria dessas estruturas só pode ser observada por meio do microscópio eletrônico. Contudo, em experimento de microscopia óptica utilizando folhas de Elodea (*Egeria densa*), é possível visualizar os cloroplastos, organelas fundamentais para a fotossíntese. Além de sua forma e disposição no interior da célula, também é possível observar o movimento contínuo que realizam no citoplasma, conhecido como ciclose. Esse tipo de atividade é essencial para o entendimento das funções celulares nas plantas, como destacado por Karp (2018), que enfatiza a relevância dos cloroplastos na produção de energia.

Material



Fonte: os autores

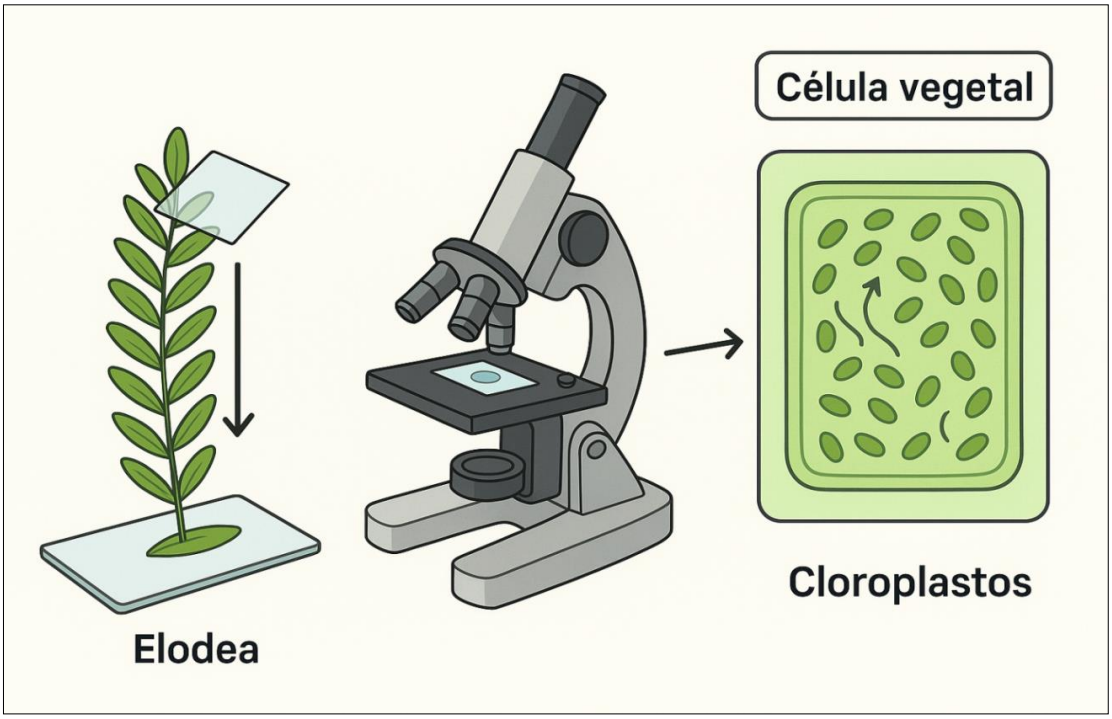
Metodologia

Retire uma folha inteira de Elodea (*Egeria densa*) e coloque esticada sobre uma lâmina de vidro com uma gota de água. Em seguida, cubra cuidadosamente com a lamínula.

Coloque a lâmina preparada no microscópio óptico e visualize a célula vegetal e os cloroplastos.

A luz, a temperatura e a concentração osmótica podem influenciar a ciclose dos cloroplastos no citoplasma.

Para visualização dessa variação, acrescentar ao preparo solução salina concentrada ou água destilada.



Fonte: os autores

Segurança e riscos

- Corte e perfuração: o uso de lâminas e lamínulas de microscópio pode resultar em cortes.
- Deslizamento de materiais: lâminas e objetos cortantes podem escorregar e causar acidentes.
- Manuseio adequado de lâminas: sempre segure as lâminas pelas bordas para evitar cortes.
- Superfície de trabalho: mantenha a área de trabalho limpa e organizada para evitar acidentes.
- Descarte adequado: descarte lâminas usadas em recipientes apropriados para objetos cortantes.

Referências

KARP, G. *Cell and molecular biology: concepts and experiments*. Hoboken: Wiley, 2018.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

POP: REAÇÃO DE BENEDICT

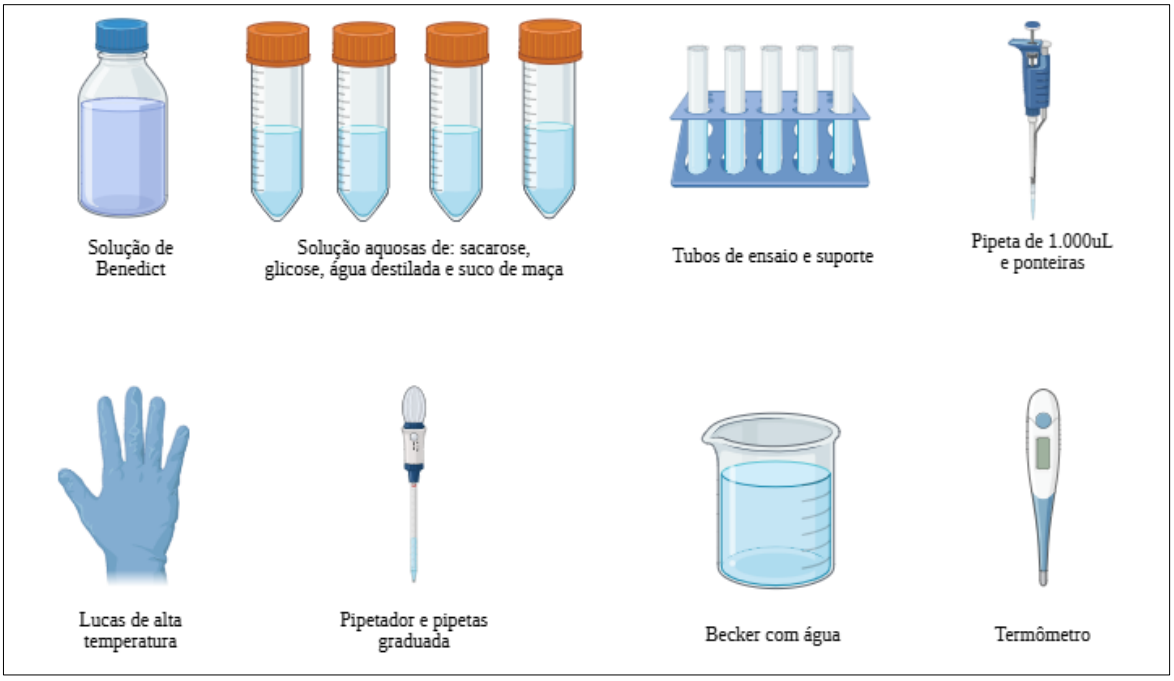
Autores: Cauê Cardeal Carbonara, Fernando de Paiva Santos e Yuri Souza Rodrigues

Introdução e Objetivo

O Teste de Benedict é um experimento químico usado para identificar a presença de açúcares redutores (como glicose e frutose) em uma amostra, por meio da formação de um precipitado colorido. A solução de Benedict contém sulfato de cobre ($CuSO_4$), que na presença de açúcares redutores e calor, é reduzido de íons cobre(II) para óxido de cobre(I) (Cu_2O), um sólido insolúvel que causa a mudança de cor da solução. A cor final pode variar de azul (negativo) a verde, amarelo, laranja e vermelho-tijolo (todos positivo, em diferentes concentrações de açúcares) (PLUMMER, 2017).

Material e Reagentes

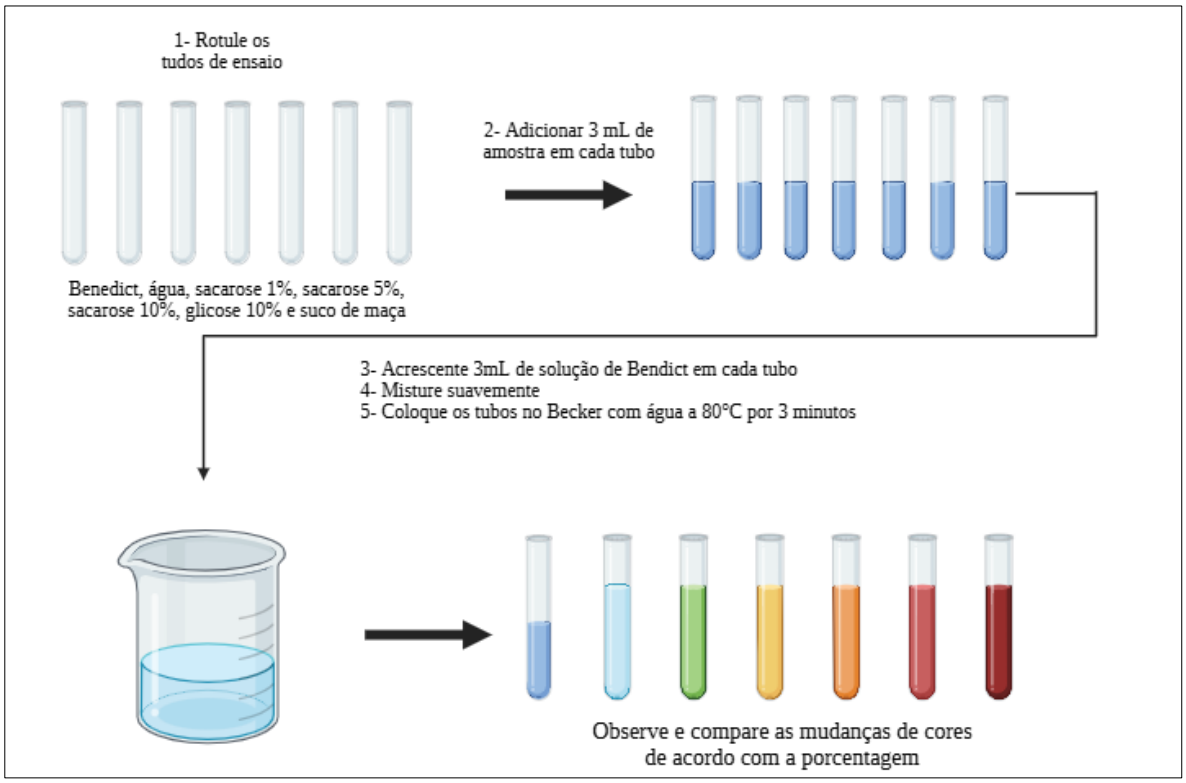
- Solução de Benedict ($CuSO_4$, citrato de sódio, carbonato de sódio) - 50 mL
- Soluções aquosas de:
  - Sacarose (1–5%) - 50 mL
  - Glicose (1–5%) - 50 mL
- Suco de maçã
- Água destilada (controle negativo) - 50 mL
- 7 Tubos de ensaio
- Estante para os tubos de ensaio
- Pipeta de 1000uL e ponteiras correspondentes
- Pipetador e pipetas graduadas
- Becker com água quente (~80°C)
- Termômetro
- Luvas de alta temperatura



Fonte: criado pelos autores com o auxílio de https://BioRender.com

Procedimentos

1. Rotule os tubos de ensaio: Benedict, Controle (água), Sacarose 1%, Sacarose 5%, Sacarose 10%, Glicose 10% e Suco de maça.
2. Adicione 3 mL da amostra em cada tubo.
3. Acrescente 3 mL de solução de Benedict em cada tubo.
4. Homogenize suavemente.
5. Incube os tubos em banho maria a 80°C por 3 minutos.
6. Observe e compare as mudanças de cor.



Fonte: criado pelos autores com o auxílio de https://BioRender.com

Segurança e Riscos

- Usar óculos de proteção, jaleco e luvas.
- O banho-maria e/ou água a 80°C deve ser manipulado com cuidado para evitar queimaduras.
- Não descartar soluções contendo cobre na pia → coletar em frasco específico para resíduo de metais pesados.
- Em caso de contato do reagente com a pele, lavar com água corrente.

Referências

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of biochemistry*. 8. ed. New York: W.H. Freeman, 2021.

PLUMMER, D. T. *An introduction to practical biochemistry*. 3. ed.). New York: McGraw-Hill, 2017.