



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE PALMAS
CURSO DE NUTRIÇÃO**

LUCAS EDUARDO FREITAS SOUSA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM BLOG EDUCATIVO DE
BIOQUÍMICA: UMA APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE**

Palmas/TO

2022

LUCAS EDUARDO FREITAS SOUSA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM BLOG EDUCATIVO DE BIOQUÍMICA: UMA
APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de bacharel/licenciado em Nutrição.

Orientador (a): Dra. Tatienne Neder Figueira da Costa

Palmas/TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S725a Sousa, Lucas Eduardo Freitas.
 Avaliação da eficácia de um blog educativo de bioquímica: Uma aproximação entre ciência e arte.. / Lucas Eduardo Freitas Sousa. – Palmas, TO, 2022.
 97 f.

 Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Nutrição, 2022.
 Orientadora : Tatienne Neder Figueira da Costa

 1. Bioquímica . 2. Blog Educativo. 3. Interdisciplinaridade. 4. Materiais educativos. I. Título

CDD 612.3

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCAS EDUARDO FREITAS SOUSA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM BLOG EDUCATIVO DE BIOQUÍMICA: UMA
APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Nutrição foi avaliado para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 01/ 12 / 2022

Banca Examinadora



Prof. Dra. Tatienne Neder Figueira da Costa, UFT
Orientador e presidente da banca



Prof. Dra. Tatiana Evangelista da Silva Rocha, UFT
Examinadora



Prof. Dra. Renata Andrade de Medeiros Moreira, UFT
Examinadora

“Nunca deixe de tentar...”.

Michael Jordan

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar tudo que tenho e tudo o que sou em minha vida, sem ele nada seria possível.

À minha Esposa Lara Miranda Brito Sousa, por proporcionar o carinho e o cuidado que precisei durante a jornada, mesmo ao ter sido diagnosticada com Leucemia, você me mostrou ser exemplo de determinação, força, resiliência, foco, fé, esperança e, principalmente vida, mesmo em meio ao caos. Amor, você é sem dúvida o maior e melhor exemplo que alguém poderia ter. Se foi difícil chegar até aqui, se houveram momentos em que eu imaginei que não teria tempo, você foi sem dúvidas o “empurrão” que precisava, você me mostrou que tudo é possível ao que crer, obrigado por ser esse exemplo não só pra mim, mas para todo o Brasil.

Aos meus pais Edelvan e Marcelena, e minha irmã Izaura que sempre estiveram presentes nessa árdua caminhada, me apoiando financeiramente e com todo suporte necessário para que o curso fosse concluído.

À minha professora Tatienne Neder Figueira da Costa, por ter aceitado me orientar, me incentivando a aprofundar no assunto deste trabalho, fazendo florescer cada vez mais criatividade e arte em minha vida, contribuindo para aumentar meu nível de conhecimento. Professora, você sem dúvidas foi o motor para que eu pudesse sonhar alto.

Aos meus colegas, sendo estes do Projeto Bioquímica, que me incentivaram e puderam contribuir e muito na minha busca por conhecimento, souberam me dar o apoio necessário para seguir em frente rumo a essa conquista que é a finalização deste trabalho.

Por fim, agradeço a Universidade Federal do Tocantins, da qual sinto orgulho de ter sido discente.

RESUMO

A bioquímica, uma das matérias que compõem o ciclo básico da matriz curricular dos cursos da área da saúde, é constituída por conteúdos básicos e necessários para a compreensão do funcionamento biológico do organismo. Apesar de relevante, seu entendimento comumente é tido como complexo, abstrato e distante da realidade profissional. Sendo assim, o atual cenário aponta para a necessidade emergente de se utilizar recursos didáticos complementares para o ensino de bioquímica e, nesse sentido, os recursos digitais, a exemplo dos *blogs*, podem ser um interessante instrumento educativo. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a eficácia de conteúdos bioquímicos elaborados e disponibilizados em um *blog* educativo nomeado BioquímicaAtiva no processo de ensino-aprendizagem, utilizando-se da escrita criativa e de desenhos lúdicos como recursos facilitadores desse processo. Para tal, estudantes dos cursos da área da saúde de instituições públicas e privadas de ensino superior, bem como profissionais da área da saúde foram convidados a participar da pesquisa nos meses de setembro e outubro de 2022. A avaliação se deu mediante o preenchimento de um questionário online, contendo questões acerca da identificação pessoal, ensino, avaliação geral do *blog*, bem como questões específicas acerca de cada material educativo. As notas atribuídas para cada item avaliado no *blog* se deu por meio da Escala de Linkert de 5 pontos, sendo 1: Discordo totalmente e 5: Concordo totalmente. Também, ao final de cada texto, foi feita uma avaliação global do material, atribuindo-se uma nota de 0 a 10 pontos. Participaram do estudo 64 indivíduos, sendo 71,9% matriculados em instituições públicas de ensino e a maioria do sexo feminino. Todos os sete itens referentes à avaliação geral do *blog* tiveram nota máxima, com exceção de um deles “Ao conhecer o *blog*, sinto mais interesse, curiosidade e motivação para estudar bioquímica” (nota 4). Todos os textos do *blog* obtiveram nota 5 para os quesitos “claro e objetivo”, “figuras” e “ilustrações”. Também, aspectos como interdisciplinaridade, aproximação teoria-prática e contribuição na interpretação de exames laboratoriais tiveram nota média superior a 4,5. A partir dos achados encontrados, conclui-se que os conteúdos bioquímicos do *blog* BioquímicaAtiva mostraram-se eficazes no que diz respeito à sua aplicabilidade, contribuição para a interpretação de exames laboratoriais, interdisciplinaridade, bem como o relevante papel da arte nesse processo, demonstrando, assim, que o *blog* pode ser uma interessante e útil ferramenta no ensino-aprendizagem de bioquímica.

Palavras-chave: Bioquímica. *Blog* educativo. Arte. Interdisciplinaridade. Aplicabilidade. Materiais educativos.

ABSTRACT

Biochemistry, one of the subjects that make up the basic cycle of the curricular matrix of courses in the health area, is made up of basic and necessary contents for understanding the biological functioning of the organism. Although relevant, its understanding is commonly seen as complex, abstract and far from professional reality. Therefore, the current scenario points to the emerging need to use complementary didactic resources for teaching biochemistry and, in this sense, digital resources, such as *blogs*, can be an interesting educational tool. Therefore, the present work aimed to evaluate the effectiveness of biochemical contents elaborated and made available in an educational *blog* named BioquímicaAtiva in the teaching-learning process, using creative writing and playful drawings as resources that facilitate this process. To this end, students of courses in the area of health at public and private institutions of higher education, as well as health professionals were invited to participate in the survey in the months of September and October 2022. The evaluation took place by completing an online questionnaire, containing questions about personal identification, teaching, general evaluation of the *blog*, as well as specific questions about each educational material. The grades assigned to each item assessed on the *blog* were given using the 5-point Linkert Scale, with 1: Strongly Disagree and 5: Strongly Agree. Also, at the end of each text, a global assessment of the material was made, assigning a score from 0 to 10 points. A total of 64 individuals participated in the study, 71,9% being mostly female students enrolled in public educational institutions. All seven items referring to the general evaluation of the *blog* had the maximum score, with the exception of one of them "By knowing the *blog*, I feel more interest, curiosity and motivation and motivation to study biochemistry" (grade 4). All texts on the *blog* obtained a score of 5 for the items "clear and objective", "figures" and "illustrations". Also, aspects such as interdisciplinarity, theory-practice approximation and contribution in the interpretation of laboratory tests had an average score greater than 4.5. From the findings found, it is concluded that the biochemical contents of the *blog* BioquímicaAtiva proved to be effective with regard to its applicability, contribution to the interpretation of laboratory tests, interdisciplinarity, as well as the relevant role of art in this process, thus demonstrating that the *blog* can be an interesting and useful tool in the teaching-learning of biochemistry.

Keywords: Biochemistry. Educational *blog*. Art. Interdisciplinarity. Applicability. Educational materials.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Percentual de estudantes que responderam a pesquisa (n=56), de acordo com o curso da área da saúde.....	15
Figura 2 – Situação acadêmica dos estudantes em relação às disciplinas de Bioquímica, Fisiopatologia e Nutrição Esportiva.....	15
Figura 3 - Percentual de respostas obtidas para cada texto, de acordo com os diferentes cursos da área da saúde.....	23
Figura 4 - Percentual de respostas obtidas de cada texto, de acordo com a situação acadêmica atual dos estudantes quanto à disciplina de Bioquímica.....	25
Figura 5 - Percentual de respostas obtidas de cada texto, de acordo com a situação acadêmica atual dos estudantes quanto à disciplina de Fisiopatologia.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....	14
Tabela 2 – Avaliação do <i>Blog</i> BioquímicaAtiva, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos*, respondida por estudantes e profissionais da área da saúde.....	16
Tabela 3 – Avaliação dos textos postados no <i>blog</i> BioquímicaAtiva, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos* e respondida por estudantes e profissionais da área da saúde.....	18
Tabela 4 – Avaliação dos textos postados no <i>blog</i> BioquímicaAtiva, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos*, segundo as particularidades de cada material educativo.....	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Geral:	11
2.2. Específicos:.....	11
3. METODOLOGIA	12
3.1 Desenho experimental	12
3.2 Caracterização da amostra.....	12
3.3 Instrumento avaliativo	12
4. RESULTADOS.....	13
5. DISCUSSÃO	28
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7. REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE 1.....	35
APÊNDICE 2.....	41
APÊNDICE 3.....	48
APÊNDICE 4.....	56
APÊNDICE 5.....	60
APÊNDICE 6.....	64
APÊNDICE 7.....	70
APÊNDICE 8.....	76
APÊNDICE 9.....	80
APÊNDICE 10.....	85
ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO BLOG BIOQUÍMICA.....	88

1. INTRODUÇÃO

A bioquímica, uma das matérias que compõem o ciclo básico da matriz curricular dos cursos da área da saúde, é constituída por conteúdos básicos e necessários para a compreensão do funcionamento biológico do organismo (NICOLETTI *et al.*, 2020). Por ter como base as ciências químicas e biológicas, a bioquímica é, em essência, interdisciplinar (FRANCISCO; JUNIOR, 2010).

Interdisciplinaridade, segundo PELEIAS (2011), resulta de um ato de integração entre áreas distintas do conhecimento, visando a resolução de problemas. Esta possibilita aos estudantes estabelecer diálogos entre os conteúdos, no intuito de utilizar seu conhecimento na busca por soluções do cotidiano (CESARINO; CORRÊA 2019).

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Nutrição, instituída pela Resolução CNE/CES nº 5, de 7 de novembro de 2001, retrata em seu Artigo 14, inciso II, que a estrutura do curso deve assegurar “as atividades teóricas e práticas presentes desde o início do curso, permeando toda a formação do Nutricionista, de forma integrada e interdisciplinar”, reforçando, desta forma, a importância da integração dos saberes na formação profissional.

Ainda que relevante, o entendimento da bioquímica comumente é tido como complexo e distante da realidade profissional. Segundo RIBEIRO (2020), o conteúdo de bioquímica, por envolver conceitos vagos e muitas vezes complexos, pode dificultar sua compreensão, podendo promover nos alunos desinteresse e distanciamento pela matéria. Estimular diálogos de conteúdos bioquímicos com outras disciplinas, como Nutrição Esportiva, Fisiologia, Fisiologia do Exercício, Fisiopatologia, Nutrição Clínica, entre outras, pode tornar tais conteúdos menos abstratos e mais aplicáveis na prática profissional.

Sendo assim, o atual cenário aponta para a necessidade emergente de se utilizar recursos didáticos complementares para o ensino de bioquímica e, nesse sentido, os recursos digitais podem ser uma interessante ferramenta educativa, uma vez que tornam a comunicação cada vez mais dinâmica e tem se mostrado de grande utilidade como facilitador do processo de ensino e aprendizagem (SILVA *et al.*, 2020).

Dentre os diversos recursos digitais disponíveis, o uso de *blogs* educativos pode ser de grande valia, por serem disponibilizados de forma gratuita, serem de fácil criação, além de ser um viabilizador de experiências educativas de cunho autoral e colaborativo. Em adição, eles podem ser uma estratégia capaz de despertar o interesse dos alunos que optam por usar, nos dias atuais, ferramentas digitais (VIEIRA *et al.*, 2020). Outro aspecto que faz dos *blogs* uma estratégia atrativa para o ensino de bioquímica, diz respeito ao tipo de linguagem que comumente se utiliza nesse meio digital, que por ser mais informal, facilita a elaboração de conteúdos teóricos que conversem mais intimamente com o cotidiano de seus usuários.

Segundo BRANT e VELASQUEZ (2018), no processo de aprendizagem, a prática é de suma importância, uma vez que se apresenta como elemento que fortalece o processo e prepara o caminho para que os alunos possam assimilar os conteúdos. Nesse sentido, foi criado o projeto de extensão nomeado BioquímicaAtiva, que teve como um de seus frutos a criação de *blog* educativo, que tem como principal intuito facilitar a compreensão de conteúdos bioquímicos, aproximando-os da prática profissional, utilizando-se a escrita criativa e desenhos lúdicos como recursos facilitadores desse processo. Porém, tão importante quanto elaborar e disponibilizar os materiais educativos, é avaliar o quanto esses materiais estão de fato sendo úteis aos seus usuários, sendo esse o alvo de investigação da presente pesquisa.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral:

Avaliar a eficácia de conteúdos bioquímicos elaborados e disponibilizados em um *blog* educativo nomeado BioquímicaAtiva no processo de ensino-aprendizagem.

2.2. Específicos:

- Identificar se os materiais elaborados contribuem na aproximação entre teoria e prática profissional;
- Investigar se os materiais elaborados favorecem a interdisciplinaridade;
- Analisar se as artes criadas e figuras utilizadas nos textos facilitam a compreensão de conteúdos bioquímicos;

- Avaliar se os materiais elaborados contribuem na interpretação de exames laboratoriais.

3. METODOLOGIA

3.1 Desenho do Estudo

A presente pesquisa se trata de um estudo transversal, sendo fruto do projeto de extensão “BioquímicaAtiva”, o qual é desenvolvido na Universidade Federal do Tocantins-(UFT).

O desenho experimental se deu mediante o preenchimento, por estudantes e profissionais da área da saúde, de um questionário *online*, sendo o procedimento experimental previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Tocantins (Número do Parecer: 5.591.482).

3.2 Caracterização da amostra

Foi realizada a amostra de conveniência por estudantes dos cursos da área da saúde de nutrição, medicina, educação física, enfermagem, fisioterapia, farmácia, biomedicina, ciências biológicas, odontologia e fonoaudiologia matriculados em Instituições públicas ou privadas de Ensino Superior das diferentes regiões do Brasil, bem como por profissionais diplomados na área da saúde.

A divulgação/convite da pesquisa aos estudantes se deu mediante envio, por e-mail, às coordenações dos cursos, as quais foi pedido que encaminhassem a seus alunos. Já para os profissionais, a divulgação/convite se deu por meio do envio, via redes sociais, como Instagram e Facebook, bem como por aplicativos de mensagens, sendo eles o Telegram e o Whatsapp.

Foi adotado como critério de exclusão estudantes que não estivessem matriculados em cursos da área da saúde e profissionais diplomados que não eram da área da saúde.

3.3 Instrumento avaliativo

A eficácia dos materiais educativos foi avaliada por meio de um questionário *online*, que vinha acompanhado do endereço eletrônico do *blog* <https://www.bioquimicativa.com.br>, a fim de que os participantes pudessem ter acesso aos textos a serem avaliados.

O questionário foi dividido em quatro seções (Anexo I):

- A seção inicial, foi destinada à identificação do participante, contendo dados como data de nascimento, idade, curso/profissão, período do curso em que se encontra, entre outros;

Parte I, destinada à questões sobre o ensino, a exemplo dos meios comumente utilizados para o estudo de bioquímica.

- Parte II, destinada à avaliação geral do *blog*, utilizando-se a Escala de Linkert como instrumento avaliativo. Para tal, o participante deveria atribuir uma nota de 1 a 5 pontos para cada item a ser avaliado, e que foi apresentado em forma de afirmativas, sendo: 1: discordo totalmente; 2: discordo pouco; 3: nem discordo nem concordo; 4: concordo pouco; 5: concordo totalmente. Após, era solicitado ao participante que atribuísse uma nota geral (de 0 a 10 pontos) para o *blog*.

- Parte III, destinada à avaliação específica de cada material educativo. Nesse caso, as afirmativas apresentavam variações, dada as particularidades e objetivos de cada texto. As avaliações também foram realizadas por meio da Escala de Linkert de 5 pontos, e ao final de cada texto, o participante deveria atribuir uma nota de 0 a 10 pontos para avaliação geral do mesmo.

A análise estatística foi efetuada pelo programa Statistical Package of social Science (IBM SPSS) versão 23.0, sendo realizada análise descritiva com frequência, medidas de tendência central e dispersão. A comparação entre a avaliação dos conteúdos, com o tipo de curso, e se já cursou a disciplina de bioquímica e fisiopatologia, ocorreu por meio do teste Qui-Quadrado e do Exato de Fischer, adotou-se nível de significância de 0,05.

4. RESULTADOS

De acordo com o Portal do Ministério da Educação (MEC), do total de 41 instituições públicas de ensino superior existentes em todas as unidades da federação, 38 atenderam os critérios de inclusão previamente estabelecidos e três foram excluídas por não ofertarem cursos na área da saúde. Das instituições privadas, um total de 30 recebeu o convite para participação do estudo.

O presente trabalho abrangeu sete cursos de graduação da área da saúde em que a pesquisa foi divulgada, sendo eles Nutrição, Medicina, Educação Física, Enfermagem, Fisioterapia, Farmácia, Odontologia.

Participaram do estudo 64 indivíduos, sendo esses em sua maioria do sexo feminino ($n= 46$; 71,9%). Os participantes possuíam idade ($25,5 \pm 6,35$), sendo 87,5%, estudantes da área da saúde.

Do total de estudantes participantes, apenas quatro (7,15%) estudam em instituição privada de ensino. As respostas foram obtidas de estudantes cursando entre o 1º e o 12º período, e que em sua maioria (69,6%) realizava o curso em período integral, conforme demonstrado na Tabela 1.

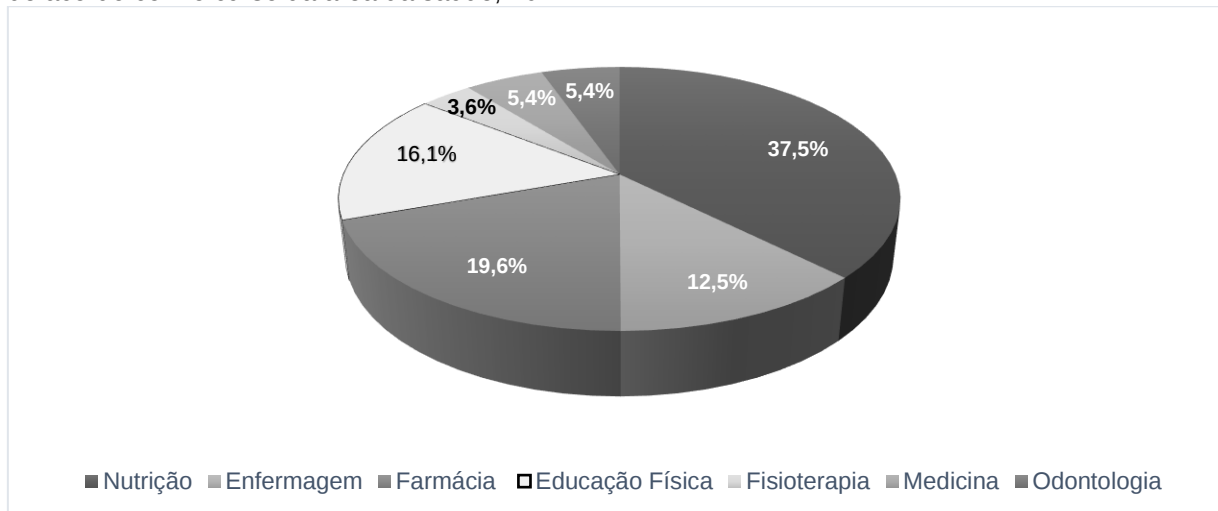
Tabela 1 – Caracterização da amostra de pesquisa do *Blog BioquimicAtiva*, 2022.

Variável	n(%)
Sexo	
Masculino	18 (28,1)
Feminino	46 (71,9)
Idade	$25,5 \pm 6,3^*$
Estudante de graduação	
Sim	56 (87,5)
Não	8 (12,5)
Instituição	
Pública	52 (92,8)
Privada	4 (7,15)
Turno do curso	
Diurno	9 (16,1)
Vespertino	3 (5,4)
Noturno	5 (8,9)
Integral	39 (69,6)

Nota: * Média e desvio-padrão.

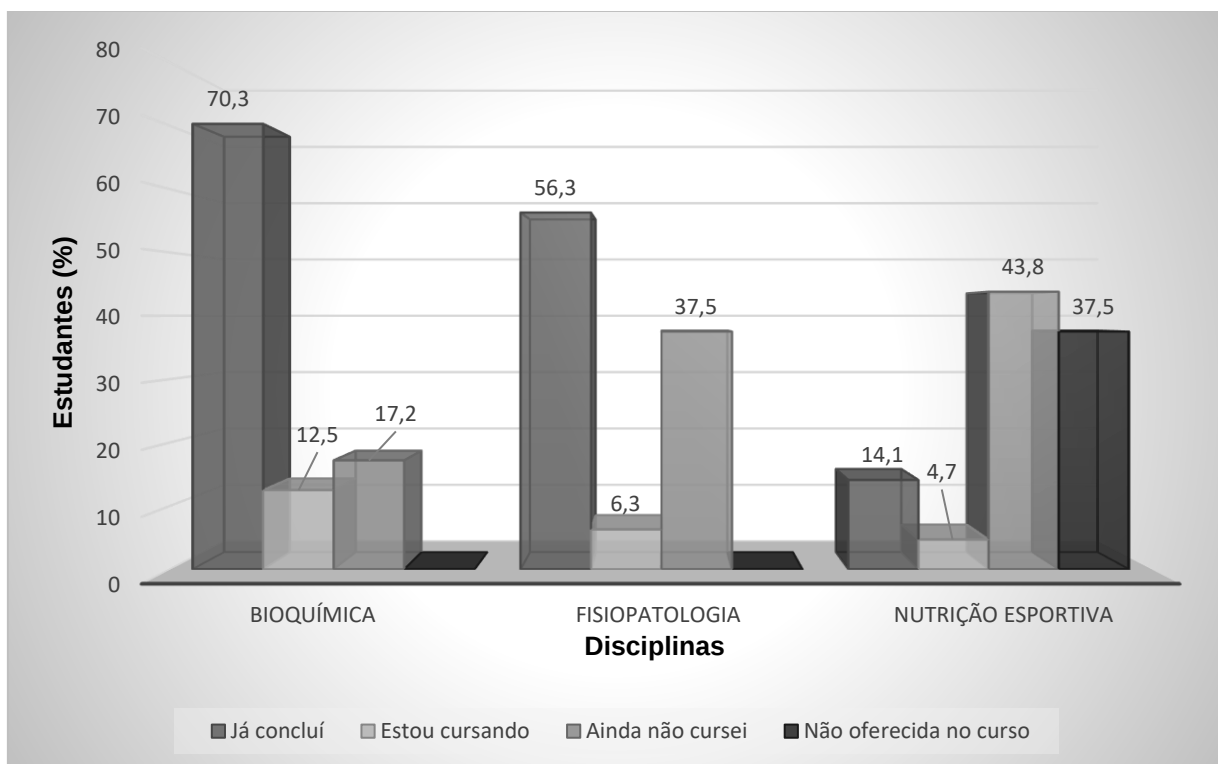
Dentre os cursos de graduação onde a pesquisa foi divulgada, se obteve resposta de estudantes de sete cursos diferentes de 17 instituições públicas e duas privadas. Contudo, pôde-se observar uma notável variabilidade na participação geral dos cursos, havendo um maior e menor percentual de participação de estudantes vinculados, aos cursos de Nutrição e Fisioterapia, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 – Percentual de estudantes que responderam a pesquisa (n=56) sobre o *Blog BioquímicaAtiva*, de acordo com o curso da área da saúde, 2022.



No que diz respeito ao questionário da pesquisa, especificamente à “Parte I - Ensino”, pôde-se notar que mais da metade dos estudantes reportou já ter concluído as disciplinas de Bioquímica (n=45) e Fisiopatologia (n=36), ao contrário da Nutrição Esportiva, em que apenas 14,1% dos estudantes (n= 24) disseram já ter concluído tal disciplina (Figura 2).

Figura 2 – Situação acadêmica dos estudantes em relação às disciplinas de Bioquímica, Fisiopatologia e Nutrição Esportiva, 2022.



Quando perguntado sobre os meios frequentemente utilizados para estudar Bioquímica, os estudantes poderiam assinalar mais de uma opção. A maioria (89,1%) respondeu que comumente recorre à aula/anotações do professor, 70,3% a livros, 68,8% a vídeos, 43,8% a artigos científicos e 31,3% a sites/*blog*. Em contrapartida, os meios menos utilizados foram participação de monitoria (28,1%), seguido de cursos (1,6%).

Em relação à “Parte II - Avaliação do *Blog* BioquímicaAtiva”, todos os itens avaliados receberam nota máxima (5: concordo totalmente), exceto o item “Ao conhecer o *blog*, sinto mais interesse, curiosidade e motivação para estudar bioquímica”, que apesar de ter tido uma pontuação média de 4 na Escala de Linkert, essa ainda foi correspondente à categoria “concordar”. Para a avaliação geral do *blog*, ou seja, conjunta de todos os itens, foi obtida uma pontuação de $8,84 \pm 1,18$ (Tabela 2).

Tabela 2 – Avaliação do *Blog* BioquímicaAtiva, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos*, respondida por estudantes e profissionais da área da saúde.

Item	Média/ Mediana	Desvio- padrão/ IC95%
As ferramentas do <i>blog</i> são facilmente intuitivas de serem acessadas ¹	5,0	4,34 – 4,69
Eu considero esse <i>blog</i> como sendo uma boa ferramenta de estudo ¹	5,0	4,15 – 4,57
Os conteúdos abordados no <i>blog</i> são de relevância para a minha área de atuação profissional ¹	5,0	4,31 – 4,75
O <i>blog</i> consegue explicar a bioquímica de maneira simples e lúdica ¹	5,0	4,35 – 4,71
O <i>blog</i> demonstra como a bioquímica se relaciona com outras disciplinas ¹	5,0	4,42 – 4,74
O <i>blog</i> demonstra como a bioquímica pode ser aplicada na prática, aproximando a teoria da prática ¹	5,0	4,37 – 4,76
Ao conhecer o <i>blog</i> , sinto mais interesse, curiosidade e motivação para estudar bioquímica ¹	4,0	3,80 – 4,35
Nota ²	8,84	1,18

Nota: ¹ variável não paramétrica: mediana/IC95%; ² média/desvio padrão. n = 64.

No que diz respeito à “Parte III – Avaliação dos *posts* publicados no *blog* BioquímicaAtiva” (Tabela 3), os textos que tiveram maior e menor número de respostas foram, respectivamente, o de “Intolerância à Lactose” (n= 27) e o “Teste de Hidrogênio Expirado” (n= 12). Na avaliação dos quesitos “Claro e Objetivo”, “Figuras” e “Ilustrações”, os textos eram avaliados de acordo com a Escala de Linkert de 5 pontos, e como pôde-se observar, todos obtiveram nota máxima (5: concordo totalmente), exceto o texto “Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!”, que apesar

de sua pontuação ter sido $4,6 \pm 0,5$, essa ainda foi correspondente à categoria “concordar” na referida escala. No que diz respeito à pontuação geral, ou seja, a avaliação feita ao final de cada texto, devendo o participante atribuir uma nota de 0 a 10 pontos, verificou-se que todos os textos tiveram uma pontuação média de 10,0, com exceção dos textos “Síndrome de *Cushing*” e “Lactato sanguíneo”, os quais apresentaram nota 9,0 e 9,5, respectivamente, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação dos textos postados no *blog* BioquímicaAtiva quanto aos quesitos “Claro e Objetivo”, “Figuras”, “Ilustrações” e “Pontuação geral”, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos* e respondida por estudantes e profissionais da área da saúde, 2022.

Texto	n	Claro e Objetivo	Figuras	Ilustrações	Pontuação
Intolerância à Lactose ^A	27	5,0 (IC95%: 4,5 - 4,9) ¹	5,0 (IC95%: 4,4–5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,5–4,9) ¹	10,0 (IC95%: 8,9–9,7) ¹
Gliconeogênese ^B	26	5,0 (IC95%: 4,4-4,9) ¹	4,6 ± 0,5 ²	5,0 (IC95%: 4,6-5,0) ¹	10,0 (IC95%: 9,0-9,7) ¹
Síndrome de <i>Cushing</i> ^C	23	5,0 (IC95%: 4,4-4,9) ¹	-*	5,0 (IC95%: 4,4-4,9) ¹	9,0 (IC95%: 8,5-8,6) ¹
Ilhotas Pancreáticas ^D	16	5,0 (IC95%: 4,1-4,9) ¹	5,0 (IC95%: 4,5-5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,3-5,1) ¹	10,0 (IC95%: 8,2-9,9) ¹
Lipoproteína LDL ^E	19	5,0 (IC95%: 4,6-5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,74-5,0) ¹	-*	10,0 (IC95%: 9,1-9,9) ¹
Restrição de Lactose ^F	22	5,0 (IC95%: 4,7-5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,6-5,1) ¹	5,0 (IC95%: 4,6-5,1) ¹	10,0 (IC95%: 9,7-10,1) ¹
Teste de Hidrogênio Expirado ^G	12	-**	5,0 (IC95%: 4,7-5,1) ¹	-*	10,0 (IC95%: 9,6-10,1) ¹
Lactato Sanguíneo ^H	18	5,0 (IC95%: 4,1-4,8) ¹	-*	-*	9,5 (IC95%: 8,5-9,6) ¹
Vitamina B ₁₂ ^I	18	5,0 (IC95%: 4,4-5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,2-4,9) ¹	-*	10,0 (IC95%: 8,7-10,0) ¹
Glicose ^J	19	5,0 (IC95%: 4,5-5,0) ¹	5,0 (IC95%: 4,4-5,0) ¹	-*	10,0 (IC95%: 9,1-10,1) ¹

Nota: *Valor constante com todas as repostas 5,0, não podendo ser calculadas as medidas de tendência central e dispersão; **Não houve avaliação para esse texto; ¹variável não paramétrica: mediana e Intervalo de Confiança de 95%; ² média e desvio padrão. ^A: “Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?”.^B: “Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!”.^C: “Síndrome de Cushing e suas manifestações clínicas”.^D: “O que são as ilhotas pancreáticas?”.^E: “Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?”.^F: “O que são alimentos com restrição de lactose?”.^G: “Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?”.^H: “Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?”.^I: “Quais condições a vitamina B₁₂ pode registrar BO?”.^J: “Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?”

Considerando as particularidades de cada texto, uma avaliação adicional contendo pontos específicos de cada texto em si e que eram alvo de investigação do presente estudo foi efetuada, (Tabela 4), a exemplo de pontos relacionados à interpretações de exames bioquímicos, que foi o caso dos textos “Intolerância à Lactose”, “Síndrome de *Cushing*”, “Lipoproteína LDL”. e “Vitamina B₁₂”, que por sua vez não foi um aspecto avaliado nos demais textos. De modo similar, o ponto sobre a inter-relação entre as disciplinas de bioquímica, fisiologia e fisiopatologia” estava presente apenas na temática “Síndrome de Cushing”. De acordo com os resultados encontrados, pôde-se observar que todas as respostas, para todos os textos avaliados, foram satisfatórias, apresentando nota máxima na Escala de Linkert (5,0). Apenas uma das respostas do texto “Lactato Sanguíneo” apresentou nota 4,5 na referida escala.

Tabela 4 – Avaliação dos textos postados no *blog* BioquímicaAtiva, por meio da Escala de Linkert de 05 pontos*, segundo as particularidades de cada material educativo, 2022.

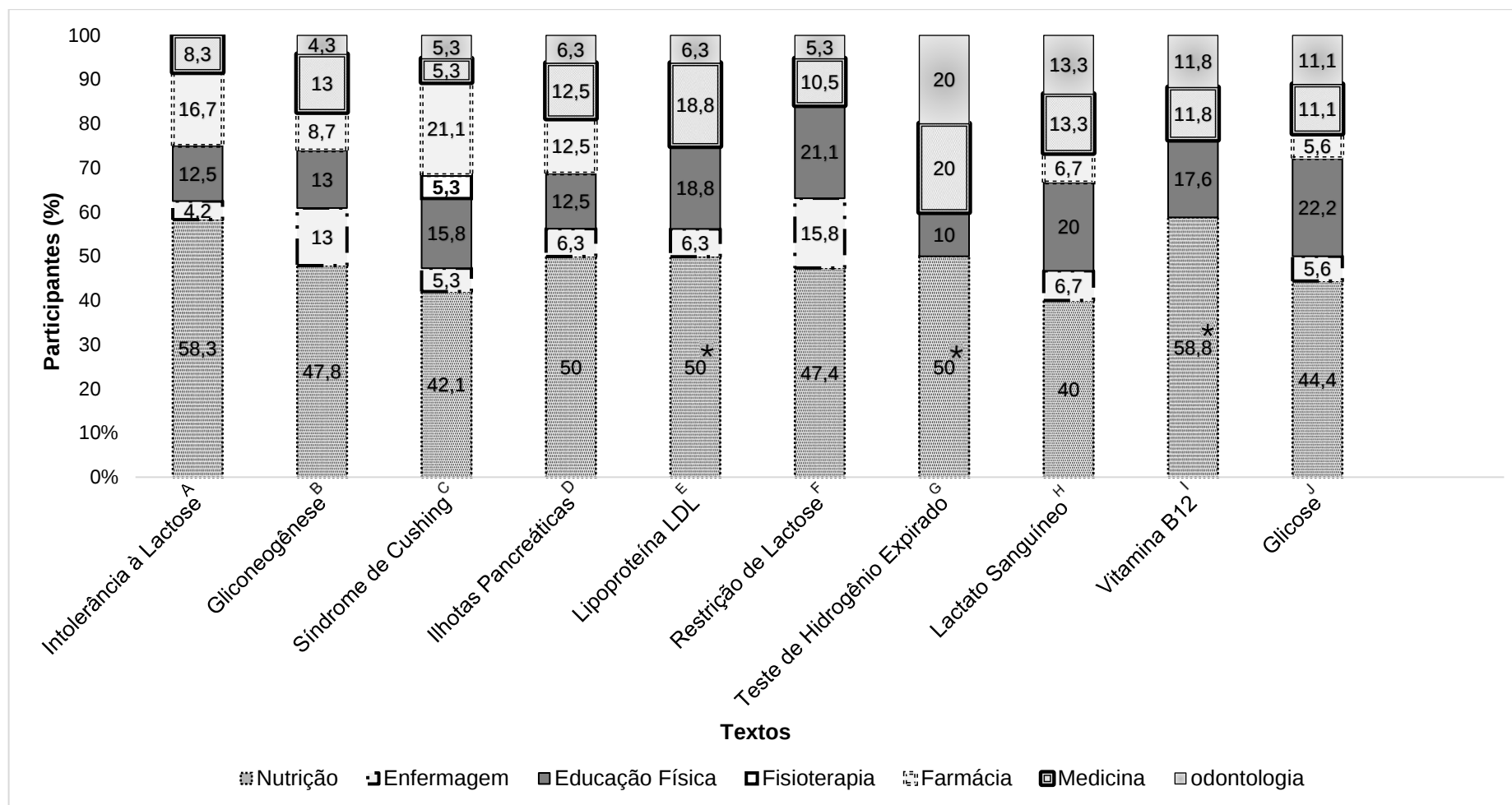
Texto	Afirmativas específicas do texto	n	Média/ Mediana	Desvio-padrão/ IC95%
Intolerância à Lactose ^A	O conteúdo do texto conseguiu explicar, através da bioquímica, como interpretar o exame laboratorial de Intolerância à Lactose ¹	27	5,0	4,5-4,9
	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar a relação entre bioquímica e as manifestações clínicas da Intolerância à Lactose ¹		5,0	4,7-5,0
Gliconeogênese ^B	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar a relação entre o consumo excessivo de álcool em jejum, a via da gliconeogênese e a hipoglicemia ¹	26	5,0	3,8-4,9
Síndrome de Cushing ^C	O conteúdo do texto contribuiu para a compreensão das manifestações clínicas comumente presentes na Síndrome de Cushing ¹	23	5,0	4,1-4,8
	O conteúdo do texto conseguiu inter-relacionar bioquímica, fisiologia e fisiopatologia ¹		5,0	4,4-4,9
	O conteúdo do texto contribuiu para a interpretação de exames laboratoriais ¹		5,0	4,4-4,9
Ilhotas Pancreáticas ^D	O conteúdo do texto contribuiu para o entendimento de condições clínicas relacionadas ao pâncreas (ex. pancreatite, diabetes) ¹	16	5,0	3,8-4,9
Lipoproteína LDL ^E	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar o relevante papel da lipoproteína LDL na síntese do hormônio cortisol ¹	19	5,0	4,7-5,1
	O conteúdo do texto contribuiu na forma de interpretar o exame laboratorial da lipoproteína LDL ¹		5,0	4,2-4,9
Restrição de Lactose ^F	O conteúdo do texto conseguiu exemplificar na prática as diferenças entre alimentos com e sem lactose ¹	22	5,0	4,5-5,0
	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar para qual público são destinados os alimentos com restrição de lactose ¹		5,0	4,6-5,0
	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara sobre a quantidade calórica entre os alimentos com e sem lactose ¹		5,0	4,5-5,0

	O conteúdo do texto será útil em futuras escolhas alimentares e/ou em minha orientação nutricional a um paciente ¹		5,0	4,5-5,0
Teste de Hidrogênio Expirado ^G	O conteúdo do texto conseguiu explicar, através da bioquímica, como interpretar o Teste de Hidrogênio Expirado para diagnóstico de Intolerância à Lactose ¹	12	5,0	4,7-5,1
Lactato Sanguíneo ^H	O conteúdo do texto conseguiu exemplificar porque nosso lactato sanguíneo não é zero ²	18	4,5	0,6
	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar que a produção de lactato ocorre mesmo na ausência de exercício físico ¹		5,0	4,3-4,9
Vitamina B ₁₂ ^I	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara os processos de digestão e absorção da vitamina B ₁₂ ¹	18	5,0	4,5-5,0
	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a inter-relação entre o uso frequente de anti-ácidos e a deficiência de vitamina B ₁₂ (cobalamina) ¹		5,0	4,5-4,9
	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a diferença entre a dosagem sanguínea de vitamina B ₁₂ (cobalamina) e transcobalamina II ¹		5,0	4,4-4,9
Glicose ^J	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a importância do hormônio insulina para a captação de glicose em alguns tecidos ¹	19	5,0	4,4-5,0
	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar que é o transportador GLUT, e não a insulina, quem permite a entrada de glicose na célula ¹		5,0	4,4-5,0

Nota: ¹ variável não paramétrica: mediana/IC95%; ² média/desvio padrão. Médias, Medianas, Desvio padrão, e intervalo de confiança de 95% das respostas as perguntas específicas de cada texto. ^A: "Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?". ^B: "Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!". ^C: "Síndrome de cushing e suas manifestações clínicas". ^D: "O que são as ilhotas pancreáticas?". ^E: "Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?". ^F: "O que são alimentos com restrição de lactose?". ^G: "Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?". ^H: "Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?". ^I: "Quais condições a vitamina B₁₂ pode registrar BO?". ^J: "Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?"

Verificou-se que os estudantes que cursavam nutrição tiveram uma participação significativamente maior quando comparado aos estudantes dos demais cursos ($p < 0,05$) na avaliação dos textos “Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?”, “Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?” e “Quais condições a vitamina B₁₂ pode registrar BO?” (Figura 3). Para os demais textos, o percentual de respostas obtidas não diferiu estatisticamente entre estudantes dos diferentes cursos.

Figura 3 - Percentual de respostas obtidas para cada texto, de acordo com os diferentes cursos da área da saúde.

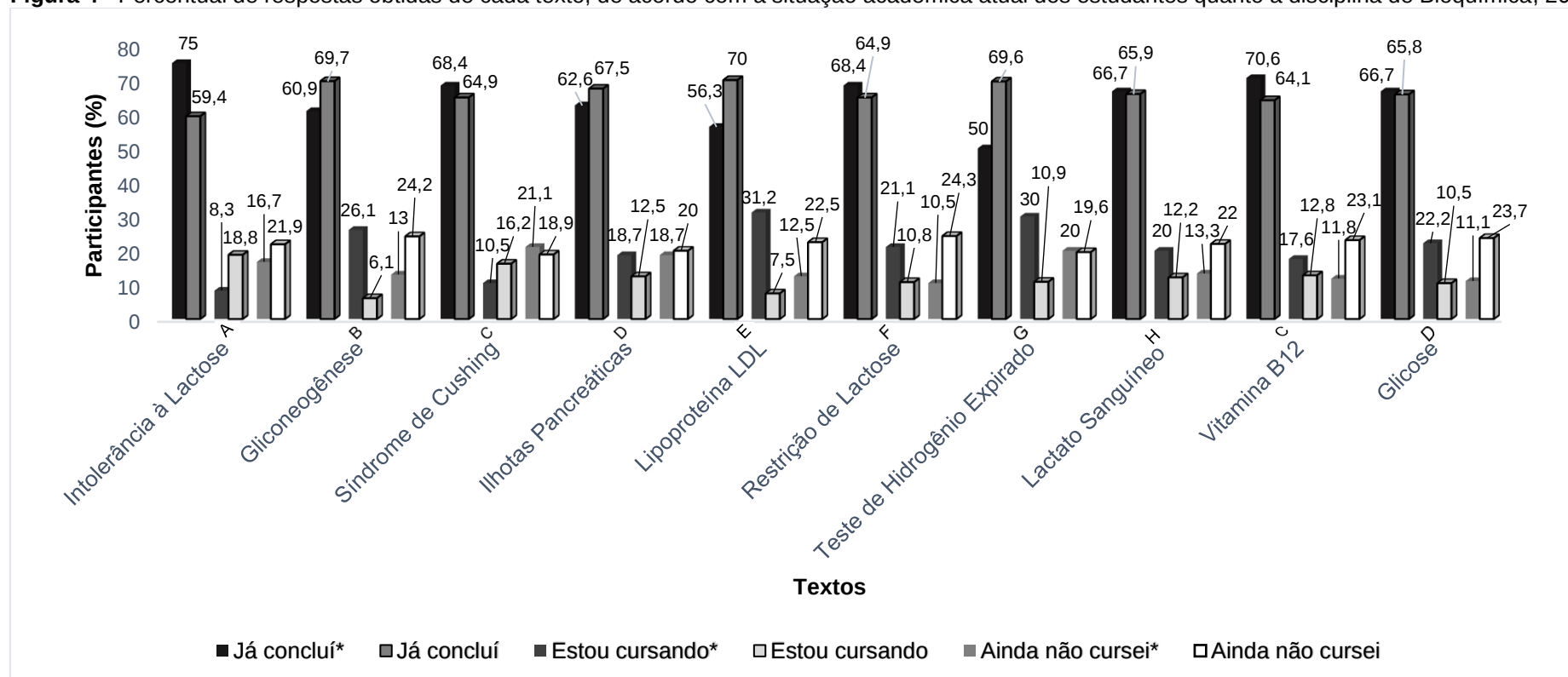


* Diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). A: "Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?". B: "Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!". C: "Síndrome de *cushing* e suas manifestações clínicas". D: "O que são as ilhotas pancreáticas?". E: "Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?". F: "O que são alimentos com restrição de lactose?". G: "Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?". H: "Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?". I: "Quais condições a vitamina B₁₂ pode registrar BO?". J: "Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?".
 * $p < 0,05$ quando comparado aos demais cursos.

As figuras 4 e 5 se referem, ao percentual de estudantes que responderam cada texto, segundo a situação acadêmica dos mesmos em relação às disciplinas de Bioquímica e Fisiopatologia, respectivamente.

Em relação à Bioquímica, dos alunos que informaram ler ou não os textos da pesquisa, verificou-se que após a realização do teste Qui-quadrado, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) quanto ao percentual de respostas para cada texto de acordo com a situação acadêmica do aluno (Figura 4).

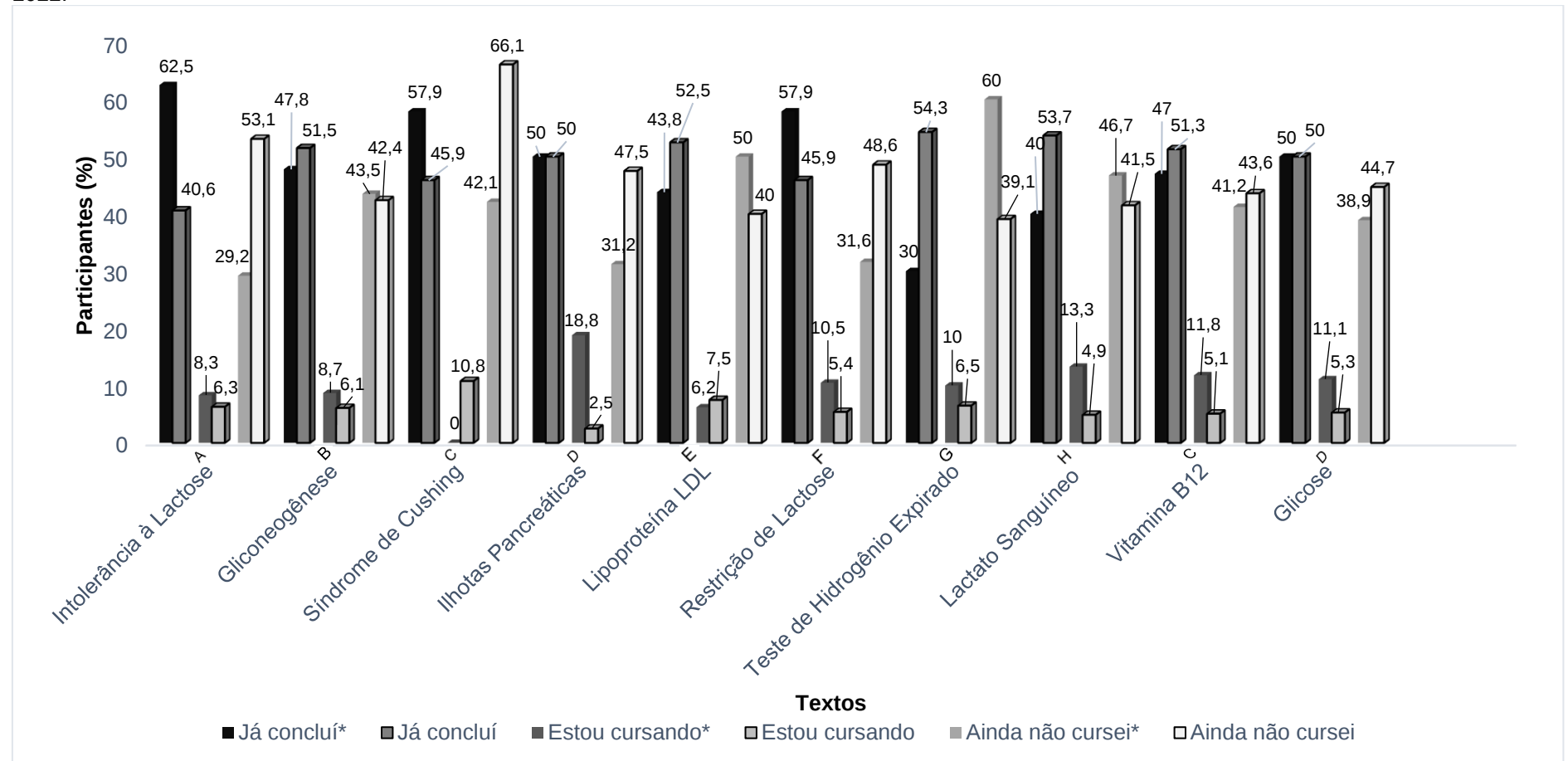
Figura 4 - Percentual de respostas obtidas de cada texto, de acordo com a situação acadêmica atual dos estudantes quanto à disciplina de Bioquímica, 2022.



*Situação acadêmica dos estudantes que leram os textos. A: "Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?". B: "Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!". C: "Síndrome de Cushing e suas manifestações clínicas". D: "O que são as ilhotas pancreáticas?". E: "Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?". F: "O que são alimentos com restrição de lactose?". G: "Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?". H: "Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?". I: "Quais condições a vitamina B₁₂ pode registrar BO?". J: "Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?".

Conforme demonstrado na Figura 5, em relação à disciplina de Fisiopatologia, a respeito dos alunos que informaram ler ou não os textos da pesquisa, verificou-se que não houve diferença estatística significativa quanto ao percentual de respostas para cada texto de acordo com a situação acadêmica do aluno (Figura 5).

Figura 5 - Percentual de respostas obtidas de cada texto, de acordo com a situação acadêmica atual dos estudantes quanto à disciplina de Fisiopatologia, 2022.



*Situação acadêmica dos estudantes que leram os textos. ^A: "Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?". ^B: "Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!". ^C: "Síndrome de Cushing e suas manifestações clínicas". ^D: "O que são as ilhotas pancreáticas?". ^E: "Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?". ^F: "O que são alimentos com restrição de lactose?". ^G: "Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?". ^H: "Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?". ^I: "Quais condições a vitamina B12 pode registrar BO?". ^J: "Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?".

5. DISCUSSÃO

A amostra do presente estudo abrangeu estudantes matriculados em ambas instituições públicas e privadas de ensino superior e que estavam vinculados nos cursos de graduação em Nutrição, Enfermagem, Educação Física, Fisioterapia, Farmácia, Medicina, Odontologia, bem como profissionais diplomados na área da saúde.

Do total de participantes da pesquisa, o sexo feminino representou a maioria, achado este que vai de encontro ao reportado por VIEIRA *et al.*, (2010), e que segundo CUNHA *et al.*, (2014), tal diferença pode estar associada ao fato de que no processo educacional, meninas passam por um processo de socialização diferente de meninos, sendo mais estimuladas a se envolver com áreas da educação, bem-estar e saúde, áreas essas relacionadas à presente pesquisa, podendo, ultimamente, refletir em seus interesses futuros.

Em relação à participação dos estudantes segundo as instituições que os mesmos são vinculados, pudemos verificar que a maioria estudava em instituições públicas de ensino superior. Uma possível explicação para tal achado pode ser devido à falta de estímulo à pesquisa científica em instituições privadas no Brasil. HILU e GISI (2011), cita em seu trabalho o elevado custo necessário para se fazer pesquisa, além de que as instituições privadas geralmente se mantêm às custas de mensalidades, culminando, assim, em uma produção científica muito aquém das universidades públicas, sendo essas, mais favorecidas por políticas educacionais implantadas no país ao longo do anos e que estimulam esse tripé da educação.

Dentre os resultados relacionados à Parte I do questionário (Ensino), nos chamou atenção o percentual de estudantes (31,3%) que reportaram estudar bioquímica por meio de *blogs* e sites, ferramenta essa proposta como material de estudo para o processo de ensino-aprendizagem no presente estudo, sendo sua eficácia o alvo de investigação deste trabalho. Segundo SIMON (2016), *blogs* são meios educativos pouco utilizados no processo ensino-aprendizagem, corroborando com os achados descritos no trabalho de VIEIRA *et al.*, (2020), ao constatarem pouco contato dos estudantes com essa ferramenta de ensino, além do relato de sua utilização por conta própria, sem mediação ou incentivo por parte dos professores

demonstrando, assim, a importância do papel do docente no incentivo ao uso de tecnologias digitais de informação e educação. Em adição, há uma carência de *blogs* educativos brasileiros voltados à aplicabilidade de conteúdos bioquímicos, além do fato que professores geralmente desestimulem a busca de conhecimento através de *blogs* e sites sendo este cenário possivelmente responsável, ao menos parcialmente, pelos resultados encontrados no presente estudo.

Apesar de seu limitado uso de *blogs* por diversas razões, FROST *et al.*, (2012) aponta que o uso destes foi visto como uma ferramenta educacional útil e de fácil acesso, além de ser gratuita, corroborando com os achados de GARCIA *et al.*, (2019), ao reportarem que um maior uso desta ferramenta induz maiores graus de aprendizagem no que diz respeito a leitura, escrita e comentários presentes neles. Sua relevância também pôde ser verificada no presente trabalho, a partir dos resultados satisfatórios obtidos, seja na avaliação geral do *blog*, bem como na avaliação de cada texto, a exemplo da afirmativa “Eu considero esse *blog* como sendo uma boa ferramenta de estudo”.

Um dos aspectos relacionados à complexidade da disciplina de Bioquímica diz respeito à dificuldade, frequentemente reportada por parte dos alunos, em associar a teoria com a prática profissional, o que pode acabar culminando no desinteresse dos acadêmicos pela matéria (BIANCO, 2007). Nesse sentido, é notória a necessidade de se utilizar estratégias educativas complementares. No presente trabalho, os resultados demonstraram que os materiais educativos avaliados contribuem para a aproximação entre teoria e prática profissional., achados estes similares ao encontrado em estudos prévios (MENDES *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2020).

No que diz respeito à aproximação entre ciência e arte, considerada alvo de investigação do presente estudo, BARROS (2011) aponta que o contexto reflexivo permite que o aluno aprimore seu senso crítico, em grande parte devido ao espaço que a mesma propicia, contribuindo para a instrumentalização da imaginação e emoção, favorecendo o entendimento da realidade. Nessa perspectiva, torna-se interessante, também, a elaboração de narrativas que envolvam histórias cotidianas, de forma a criar um diálogo mais próximo com o leitor. De acordo com os resultados acerca da utilização da arte (por meio de figuras e ilustrações, Tabela 3) como facilitadora do entendimento de conteúdos bioquímicos, pudemos observar nota

máxima na Escala de Linkert para todos textos avaliados, sugerindo o relevante papel da arte também nos cursos da área da saúde, mas que na prática acadêmica, tal diálogo é pouco estimulado.

Segundo Welington e Júnior (2010), a maioria dos livros se utiliza de imagens de apelo simples, fácil sempre visando permitir ao aluno a ligação imediata com ideias que lhes são familiares. Também, segundo Maia e Schimin (2007), ilustrações são importantes ferramentas de ensino, uma vez que possibilitam o aluno usar sua imaginação como gatilho para assimilação de conceitos existentes, além de estimular a busca por novos conceitos, gerando interesse para busca do entendimento, reforçando a importância de se criar estratégias educativas que estimulem o lado criativo dos alunos. Outro ponto avaliado na presente pesquisa foi referente à eficácia dos materiais educativos quanto à interpretação de exames laboratoriais, item contemplado em alguns dos textos avaliados e que, segundo Albuquerque *et al.*, (2012), a interpretação de exames clínicos requer o uso de conhecimentos abordados em disciplinas como a Bioquímica. Ainda que a interpretação de exames bioquímicos seja de grande valia para o direcionamento da prática dos profissionais da área de saúde, essa é uma temática pouco trabalhada durante a graduação, ou quando trabalhada, muitas vezes é feita de forma fragmentada, estimulando pouco o olhar interdisciplinar do aluno como base para a interpretação de parâmetros laboratoriais.

Oliveira e Alves (2021), mencionam em seu trabalho a explícita ausência de interconexões entre os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação, e que são fundamentais para interpretação de exames laboratoriais, e trazem a necessidade de se promover outras experiências educativas capazes de contribuir de maneira mais efetiva na aprendizagem, o que pôde ser visto no presente trabalho, já que os participantes da pesquisa concordaram totalmente (nota 5,0 na Escala de Linkert) que o conteúdo dos textos avaliados contribuía na interpretação de exames bioquímicos (Tabela 4).

Thiesen (2008) trata a interdisciplinaridade como um movimento que acredita na criatividade das pessoas e que contribui para a compreensão dos indivíduos por intuição, sensações, emoções e sentimentos, rompendo com o pensamento fragmentado e hierárquico. De acordo com os resultados obtidos na Tabela 4, a interdisciplinaridade pôde ser compreendida nos textos que a contemplava, a exemplo

do texto “Síndrome de Cushing”, na qual a afirmativa “O conteúdo do texto conseguiu inter-relacionar bioquímica, fisiologia e fisiopatologia” apresentou nota máxima.

Uma das dificuldades encontradas para a obtenção da amostra de conveniência foi relacionada ao formato em que a mesma foi efetuada (online), e nesse sentido dependíamos primeiramente do apoio das coordenações dos cursos de repassarem o convite para participação da pesquisa para seus respectivos alunos, bem como da colaboração dos próprios alunos em responderem o questionário, dado a quantidade significativa de e-mails que os mesmos recebem rotineiramente. Esses aspectos podem ter contribuído para um número amostral inferior ao esperado. Segundo Damasceno *et al.* (2014), devido à grande quantidade de informações que as pessoas recebem, pode haver exclusão de e-mails antes mesmo dos potenciais participantes lerem a mensagem.

Ainda em relação à parte organizacional, uma limitação da presente pesquisa que pode ter influenciado no número de participantes, bem como na quantidade de textos lidos diz respeito a grande quantidade de textos a serem avaliados, caso o participante optasse em avaliar todos, considerando a demanda de tempo a que se deveria destinar, uma vez que alguns textos são mais densos e longos, e não havia a possibilidade de ele interromper sua avaliação temporariamente e continuá-la num momento posterior, podendo, desta forma, ter tornado o processo avaliativo cansativo e menos participativo.

Damasceno *et al.* (2014), ao compararem as desvantagens entre a pesquisa tradicional (formato presencial) e online, mencionaram que o formato online, além de exigir um tempo maior do avaliador, pode propiciar um ambiente no qual o mesmo realize outra atividade concomitante à pesquisa, levando a uma perda de foco e posteriormente desinteresse em finalização da mesma. Entretanto, cabe ressaltar que há pesquisas, a exemplo do presente estudo, em que a realização no formato presencial é inviável. Sendo assim, faz-se necessário avaliar as particularidades de cada pesquisa, a fim de se verificar qual a melhor maneira de executá-la.

Ademais, a falta da utilização de um sistema que possibilitasse a inclusão do texto a ser avaliado na íntegra no próprio formulário que o participante respondia pode ter influenciado na quantidade de textos avaliados por ele, uma vez que era necessário o avaliador clicar no *link* do texto ao qual ele tinha interesse em avaliar, para que a

aba do texto em si fosse aberta, propiciando, assim, sua leitura e posterior retorno ao formulário para sua avaliação. Desta forma, sugere-se que futuros estudos se atentem a tais aspectos, na tentativa de obter um maior número de participantes.

Por último, vale ressaltar a necessidade de um constante aprimoramento por parte dos criadores de conteúdos educativos, não apenas no âmbito técnico-científico, mas também artístico, a fim de se produzir materiais com maior potencial transformador.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, pudemos verificar que os conteúdos bioquímicos do *Blog BioquímicaAtiva* mostraram-se eficazes no que se refere à sua aplicabilidade, contribuição para a interpretação de exames laboratoriais, interdisciplinaridade, bem como no relevante papel que a arte desempenha neste processo, demonstrando, assim, que o *blog* pode ser uma interessante e útil ferramenta no ensino-aprendizagem de bioquímica.

7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. A.C. et al. Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência. **Revista brasileira de educação médica**, v. 36, p. 137-142, 2012.

BARROS, G. D. A. A arte na sensibilidade do pensamento no ambiente escolar. **Linguagens, Educação e Sociedade**, n. 24, p. 93-112, 2011.

BRANT, F. A.; VELASQUEZ, G. G. Teorias de aprendizagem e a prática no processo de ensino-aprendizagem. **Educere - Revista da Educação da UNIPAR**, v. 18, n. 1, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação, (1997). Univs. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/110-prestacao-de-contas-309308339/prestacao-de-contas-2006148924624/94-univs-universidades-federais-sp-2113409791>.

BIANCO, A. A. G. **A disciplina de Bioquímica para o curso de Nutrição: uma proposta de desenvolvimento de currículo**. 2007. 407 p. Tese (Doutorado em Ciências, Bioquímica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BOGOCH, Isaac I. et al. Morning report blog: a web-based tool to enhance case-based learning. **Teaching and Learning in Medicine**, v. 24, n. 3, p. 238-241, 2012.

BRASIL. Resolução CNE/CES n. 5, de 07 de novembro de 2001. Institui as Diretrizes Curriculares do curso de Graduação em Nutrição. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo. Brasília, DF, 9 nov. 2001. Seção 1, p. 39.

CEZARINO, L. O.; CORRÊA, H. L. Mensuração da interdisciplinaridade nos cursos de graduação em Administração. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 24, n. 1, p. 174-188, 2019.

DAMASCENO, L. M. S. et al. Potencialidade e limitações da coleta de dados através de pesquisa online. **XVII Seminário em Administração (SEMEAD)**, v. 7, 2014.

FRANCISCO, W. E JUNIOR, W. E. F. A Bioquímica a partir de livros didáticos: um estudo dos livros de Química aprovados pelo PNLEM 2007. *In*: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). 15., 2010, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ), 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0319-1.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

GARCIA, Elaine et al. Student learning in higher education through blogging in the classroom. **Computers & Education**, v. 136, p. 61-74, 2019.

HILU, L.; GISI, M. L. Produção científica no Brasil: um comparativo entre universidades públicas e privadas. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**. 2011. p. 5664-5672.

MAIA, R. G. D; SCHIMIN, E. S. Ilustrações: Recurso didático facilitador no ensino de Biologia. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. (Coleção Cadernos PDE)**. Tullio, Mírian Izabel. Curitiba: SEED/PR, p. 11-20, 2007.

MENDES, A. K. F.; TOYOS, F. M. P.; ROCHA, L. M.; COSTA, T. N. F. Eficácia de um blog educativo como instrumento de ensino em bioquímica na visão de graduandos de nutrição: Estudo piloto. In: CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 3., 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.

NICOLETTI, A. M. Disciplina de bioquímica: um olhar para a motivação dos alunos. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, v. 16, p. 106-110, 2020.

PELEIAS, I. R *et al.* Interdisciplinaridade no ensino superior: análise da percepção de professores de controladoria em cursos de ciências contábeis na cidade de São Paulo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 16, n. 3, p. 499-532, 2011.

RIBEIRO, L. J. S. Bioquímica e Nutrição: proposta de Sequência Didática Interativa, abordando macro e micronutrientes no contexto de dieta balanceada, saúde e qualidade de vida. 2020. 129 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SILVA, D. C. L. V. et al. Tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) como estratégia no ensino de química: blog, uma ferramenta para potencializar o conhecimento químico. **ENCITEC-Santo Ângelo**, v. 10, n. 3, p. 57-72, 2020.

SIMON, M. A. T. O uso de ferramentas online na educação: blogs e sites. **Revista Fronteira Digital**, n. 5, 2016.

THIESEN, J. D. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista brasileira de educação**, v. 13, p. 545-554, 2008.

VIEIRA, E. S. M. *et al.* A possibilidade de utilização do blog como ferramenta educacional. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades-Ver, Pemo**. Fortaleza, v. 2, n. 2, p. 1-17, 2020.

VIEIRA, H. C. *et al.* O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. **XIII SEMEAD Seminários em administração**, v. 17, n. 1, p. 01-13, 2010.

APÊNDICE 1 – Texto na aba “Nosso Blog”, do Blog BioquímicaAtiva

Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?

Autores: Ana Karina Furtado Mendes e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão científica: Francemilson Goulart da Silva

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Objetivo: Discutir a digestão do carboidrato lactose e sua relação com sinais clínicos e exame laboratorial para diagnóstico de Intolerância à Lactose.

Paciente T.N.F.C, 31 anos de idade, sexo masculino, chega em seu consultório com o resultado do Teste de Tolerância à Lactose. Para a realização deste exame, o paciente deve ir ao laboratório após jejum noturno, para a medição de sua glicemia basal. Em seguida, é feita a ingestão de 50 g de lactose em pó, diluída em água e novas medições da glicemia são feitas nos tempos 30, 60 e 120 minutos após a ingestão deste carboidrato, conforme ilustrado na Figura 1. Os valores da glicemia em função do tempo são plotados em um gráfico, chamado curva glicêmica (Figura 2).



Figura 1. Etapas para a realização do Teste de Tolerância à Lactose. **1)** Paciente a caminho do laboratório. **2)** Primeira coleta de sangue após jejum noturno, para medição da glicemia. **3)** Ingestão de 50 g de lactose. **4)** Coletas de sangue em 30, 60 e 120 minutos após ingestão da lactose, para medição da glicemia.

Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

Abaixo, o resultado do exame feito pelo paciente T.N.F.C:

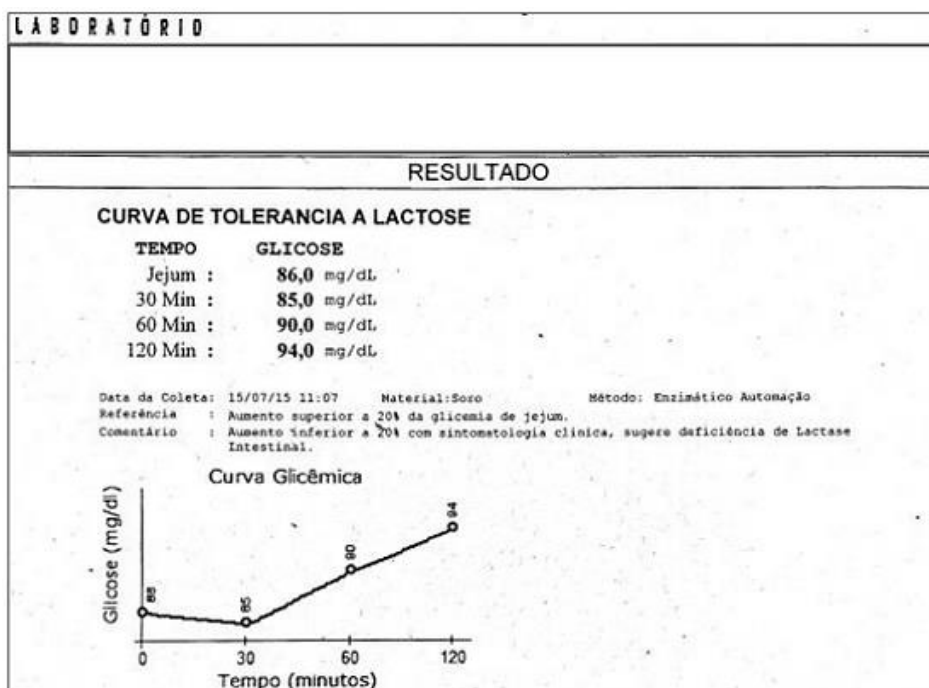


Figura 2. Curva glicêmica do paciente T.N.F.C, após ingestão de 50 g de lactose.
 Fonte: Exame verídico, de autoria própria / BioquímicaAtiva.

A interpretação do resultado deste exame leva em consideração dois aspectos:

Valor de Referência: Aumento **superior** a 20% da glicemia de jejum (basal).

Comentário: Aumento **inferior** a 20% **com** sintomatologia clínica **sugere** deficiência da lactase intestinal.

Neste caso clínico, o paciente relatou bastante desconforto gastrointestinal, como distensão abdominal, flatulência e diarreia, durante e após o término do exame.

Baseado na curva glicêmica obtida e na sintomatologia reportada pelo paciente, você acredita ou não que ele apresenta Intolerância à Lactose?

R: "Sim! Possivelmente o paciente apresenta Intolerância à Lactose". Muito bem!
 Resposta **correta!**

Um comportamento glicêmico tido como normal seria um aumento da glicemia de no mínimo 20 % em relação ao valor basal após a ingestão da lactose (que para este paciente foi 86,0 mg / dL). Desta forma, durante o teste, sua glicemia deveria ter atingido um valor de pelo menos 103,2 mg / dL após a ingestão de 50 g de lactose.

Percebam que, mesmo em 120 min da ingestão da lactose, momento de maior concentração de glicose no sangue do paciente (94,0 mg / dL), o seu aumento continuou inferior a 20%? Isso sugere que o paciente tem deficiência da enzima lactase.

Para compreendermos melhor essa questão, precisamos relembrar alguns conceitos básicos da bioquímica, bem como o processo de digestão do carboidrato lactose. Mas antes, que tal tomar aquele belo copo de leite gelado?



Figura 3. Copo de leite de vaca, alimento rico no carboidrato lactose.
Fonte: Ana Karina Furtado Mendes.

A lactose, conhecida como açúcar do leite, é classificada como um dissacarídeo, ou seja, são dois monossacarídeos unidos por uma ligação glicosídica.

"Opa, peraí! Como é que é mesmo?"

Vamos explicar melhor: **Monossacarídeo + Monossacarídeo = Dissacarídeo.**

Neste caso, os monossacarídeos da lactose são glicose e galactose, logo temos:

Glicose + Galactose = Lactose

Após a lactose ser ingerida, ela segue pelo trato gastrointestinal e é quebrada por uma enzima, a lactase ou galactosidase, localizada na borda em escova das células absorptivas do intestino delgado, os famosos enterócitos (Figura 4). A ação enzimática da lactase se dá apenas sobre a lactose, clivando a ligação glicosídica existente entre as moléculas de glicose e galactose. Como resultado, esses dois monossacarídeos ficam livres e, portanto, disponíveis para serem absorvidos pelo enterócito e, posteriormente, lançados na corrente sanguínea.

Bom, mas caso não haja lactase suficiente para “quebrar” toda a lactose ingerida, teremos menos glicose livre para alcançar a corrente sanguínea e assim, a glicemia não aumentará na magnitude que deveria, ou seja, mínimo de 20 % em relação ao valor basal (ver gráfico ilustrativo na Figura 4).

Agora faz sentido o comportamento da glicemia deste paciente?

Apenas uma parte da lactose ingerida foi digerida pela lactase, exemplificando - desta forma - uma condição de deficiência **parcial** da enzima lactase. Nos referimos como parcial porque pôde ser notado algum incremento na glicemia deste paciente após a

ingestão do carboidrato, mesmo não sendo um aumento ideal.

Agora imagine: Se o paciente tivesse ausência da enzima lactase em seu intestino, como seria? Sua glicose sanguínea aumentaria após a ingestão da lactose?

Veja, para que haja aumento da glicose no sangue após a ingestão da lactose é necessário que pelo menos alguma quantidade de lactose tenha sido digerida. Se não há nenhuma enzima, também não haverá aumento no valor da glicemia após a ingestão desse carboidrato, já que nenhuma glicose livre advinda da quebra enzimática da lactose estará disponível para ser lançada na corrente sanguínea. Isso seria observado apenas em uma condição de ausência **total** da lactase.

Associado ao comportamento glicêmico característico, o indivíduo intolerante à lactose comumente apresenta sintomas como desconforto e distensão abdominal, diarreia e flatulência.

“Nos indivíduos intolerantes à lactose, apenas uma parte da lactose ingerida sofre ação da enzima lactase no intestino delgado, mas como fica o restante da lactose não-digerida? Para onde ela vai? E de que forma isso explicaria os sintomas intestinais relatados pelo paciente?”

A lactose não-digerida segue para o intestino grosso e se acumula em seu lúmen, aumentando a osmolaridade local e então – por osmose - uma grande quantidade de água é atraída para a luz do intestino grosso, ocasionando a chamada diarreia osmótica (Figura 4).

Já a flatulência (popularmente conhecida como gases), advém da fermentação da lactose não-digerida, pelas bactérias presentes no intestino grosso (cólon). O resultado deste processo fermentativo é a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e uma produção excessiva de gases como Metano (CH_4), Hidrogênio (H_2) e Dióxido de Carbono (CO_2), que em termos práticos seria o mesmo que dizer - ou melhor - sentir um cheiro não muito agradável! (Figura 4).

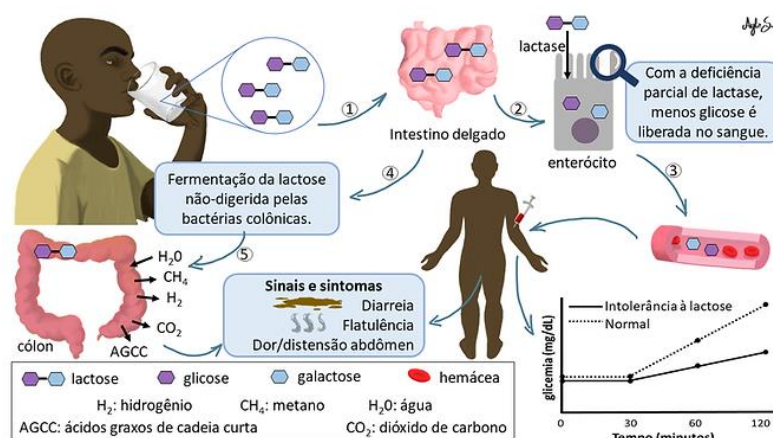


Figura 4. Mecanismos envolvidos no aparecimento dos sinais e sintomas característicos da Intolerância à Lactose. **1)** Ingestão oral de lactose. **2)** Digestão de parte da lactose pela enzima

lactase, presente (neste caso, em menor quantidade) na borda em escova dos enterócitos. **3)** Aparecimento reduzido de glicose livre no sangue, em decorrência da deficiência parcial da lactase intestinal. **4)** Chegada da lactose não-digerida no intestino grosso. **5)** Diarreia osmótica causada pelo aumento da osmolaridade intraluminal em decorrência da chegada de lactose não-digerida; produção excessiva de gases devido ao processo fermentativo das bactérias colônicas, causando distensão abdominal e dor.

Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

E é justamente a partir desse conhecimento bioquímico que outro teste para diagnóstico da Intolerância à Lactose, chamado **Teste do Hidrogênio Expirado** se baseia, por servir como um marcador de má-absorção da lactose. Quer saber mais sobre o princípio deste teste e como ele funciona? Em breve postaremos um texto em nosso *blog*!

Por fim, talvez você tenha se perguntado neste momento: “Já nascemos com essa deficiência de lactase, todos somos deficientes?”

Ótima pergunta! Desde o período gestacional, a enzima lactase já é expressa, sendo possível identificar sua atividade na mucosa intestinal humana a partir da 8ª semana de gestação. No entanto, seu pico é observado ao nascimento, o que é essencial para a saúde do bebê, uma vez que a lactose presente no leite materno é uma importante fonte energética para a sua sobrevivência.

Felizmente, raros são os casos de deficiência congênita de lactase – onde não há produção da enzima. Se não for detectada muito precocemente após o nascimento, essa condição pode ser fatal para o bebê. Em condições **fisiológicas**, após o desmame, há uma diminuição gradual na expressão e atividade da enzima lactase e esse padrão de programação genética ocorre em aproximadamente 2/3 da população mundial. A isso chamamos de lactase não persistente. Nos 1/3 restantes, existe a chamada ‘persistência a lactase: são pessoas que não têm a diminuição da expressão da enzima ao longo da vida e, portanto, consomem leite e derivados sem qualquer incômodo gastrointestinal.

Talvez agora surja uma outra pergunta: “Já que a maior parte da população apresenta condição de lactase não-persistente, não devo mais consumir alimentos contendo lactose?”

Conforme mencionamos acima, as pessoas - em geral - apresentam diminuição na expressão da lactase ao longo da vida e isso é **fisiológico**! Ainda assim, boa parte das pessoas consegue tolerar bem o consumo de leite e derivados em até ~12 g de lactose / dia (equivalente a um copo de leite, 250 ml) e melhor ainda se ingerido junto com outros alimentos, aumentando o tempo para sua digestão.

Outra dica que pode ser válida é fracionar o consumo de alimentos fonte de lactose ao longo do dia, bem como preferir o consumo de alimentos com menor teor de lactose, de acordo com o seu grau de intolerância.

É importante ressaltar que a dosagem que dissemos anteriormente é muito individual e por isso a importância do profissional Nutricionista para avaliar, juntamente com o paciente, qual a melhor estratégia nutricional a ser adotada. De repente pode ser útil também o uso oral da enzima lactase. Cada caso é um caso! ☺

Mas, de forma geral, você não precisa deixar o leite de lado e seus nutrientes ali contidos, até porque nessa leva você também está deixando de consumir o cálcio, por exemplo! Assim, a mensagem final que gostaríamos de deixar é:

TOLERA BEM? QUE MAL TEM!

Até a próxima!

BIBLIOGRAFIA

BINDER, H. J.; REUBEN, A. Digestão e Absorção de Nutrientes. *In*: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 45, p. 949-979.

DENG, Y. *et al.* Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. **Nutrients**, Basel, v. 7, n. 9, p. 8020-8035, Sept. 2015. DOI 10.3390/nu7095380. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/7/9/5380>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MISSELWITZ, B. *et al.* Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. **Gut**, London, v. 68, n. 11, p. 2080-2091, Aug. 2019. DOI 10.1136/gutjnl-2019-318404. Disponível em: <https://gut.bmj.com/content/68/11/2080>. Acesso em: 30 mar. 2020.

NEWCOMER, A. D. *et al.* Prospective comparison of indirect methods for detecting lactase deficiency. **N Engl J Med**, Boston, v. 293, n. 24, p. 1232-6, Dec. 1975. DOI 10.1056/NEJM197512112932405. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/nejm197512112932405>. Acesso em: 30 mar. 2020.

APÊNDICE 2 – Texto na aba “Nosso Blog”, do *Blog BioquímicaAtiva*

Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!

Autor: Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão científica: Fábio Bessa Lima

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Objetivo: Explicar como o consumo excessivo de álcool após algumas horas sem comer pode levar à hipoglicemia.

Urrul, sexxtou!!! Hoje é dia de causarr! Marcela e Bruninha vão para uma balada sertaneja que está pegando em Sertãozinho, cidade vizinha de Ribeirão Preto. Bruninha está com o seu contatinho esquematizado. Já Marcela, anda com o contatinho apenas em seu coração que, aliás, está partido em mil pedaços desde semana passada, quando o seu ficante terminou com ela.

Então depois de passar alguns dias na fossa, ela resolveu cair na gandaia com sua amiga, com direito a um esquentinha pré-balada. **DETALHE:** a última refeição delas foi o almoço. Você, assim como eu, já pode imaginar que isso não vai prestar! Marcela diz: “Hoje o bicho vai pegar!”

Ao chegarem na balada, Marcela já bemmmmm alegre, continua com mais uma, mais duas, mais três e mais já não sei quantas *longnecks*, porque perdi as contas, mas a balada tá rolando solta, vejam!



Figura 1. Amigas Marcela e Bruninha dançando na balada.
Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

A cada gole dado pelas “beninas”, mais álcool (etanol) entrava em seus “corpíchos”, e a empolgação só ia aumentando, até que o clima da diversão literalmente mudou da água para o vinho, ou melhor, da água para a cerveja, quando o ex-ficante da Marcela apareceu na balada com uma garota. Marcela, despeitada, passou a beber mais, mais e mais, até que menos de duas horas depois, começou a passar mal. Bruninha até chegou a insistir para que ela comesse algo, mas falar com bêbado é o mesmo que falar com parede, ou às vezes, até pior!



Figura 2. Reação da Marcela ao ver seu ex-ficante chegando na balada com outra pessoa.
Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.



Figura 3. À esquerda, Marcela dormindo no balcão do bar. À direita, Marcela no hospital recebendo glicose na veia devido à hipoglicemia causada pelo excesso da ingestão de álcool.
Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

Pois é, isso mesmo que estão vendo! Marcela foi parar no hospital para receber glicose na veia, pois teve um quadro de hipoglicemia.

E por que isso aconteceu?

Primeiro, é importante lembrar que ela estava em jejum há várias horas, digo jejum de alimentos (comida), não do álcool em si. De maneira geral, nós conseguimos manter a nossa concentração de glicose no sangue (glicemia) em níveis normais, mesmo estando em jejum, graças à glicogenólise e gliconeogênese hepática, vias bioquímicas que são estimuladas pelo jejum. No entanto, como costumamos dizer por aí “misturar não dá certo”, essa também é uma expressão verdadeira para a combinação jejum + álcool.

Acontece que o álcool ingerido pela Marcela precisa ser metabolizado e adivinha quem é o ban ban ban da história? O fígado! No interior das células hepáticas, especificamente no citoplasma, o etanol é convertido em acetaldeído, pela ação da enzima álcool desidrogenase (Figura 4).

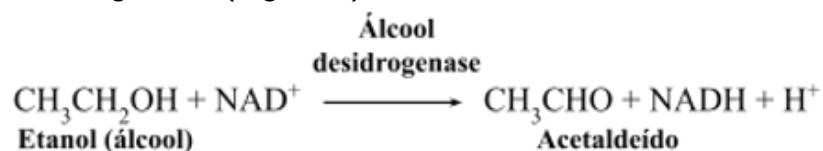


Figura 4. Conversão de etanol (contendo seis íons H) a acetaldeído (contendo quatro íons H).
Fonte: Tatienne Neder Figueira da Costa

Pare um minuto! **Sinal vermelho!** Justamente porque aqui tem algo muito importante para ser observado!

Conforme demonstrado na Figura 4, na conversão de etanol à acetaldeído, ocorre a **liberação de íons hidrogênio**, que são **captados** pela coenzima Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo – o famoso **NAD** - que passa a ficar em sua forma reduzida (**NADH**).

Guardem essa informação!

Em seguida, o acetaldeído sai do citosol e vai para a mitocôndria do hepatócito, chegando em sua parte mais íntima, a matriz mitocondrial. É nesse local que outra enzima, a aldeído desidrogenase, converte acetaldeído em acetato (Figura 5). **Sinal vermelho** novamente, pois aqui também há a **liberação de mais íons hidrogênio**, ou seja, formação de mais NADH!

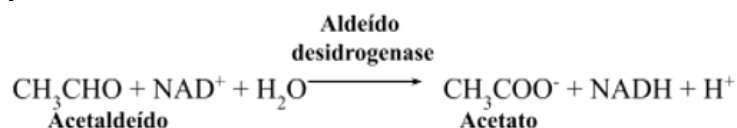


Figura 5. Conversão de Acetaldeído a Acetato.
Fonte: Tatienne Neder Figueira da Costa

Conseguem imaginar a quantidade de NADH que estava sendo formada nos hepatócitos da Marcela por conta do excesso de etanol ingerido?!!



Figura 6. Fígado com acúmulo de NADH em seu interior devido ao excesso de etanol ingerido.
Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

“Beleza, mas qual o problema em ter esse acúmulo de NADH e o que isso tem a ver com a hipoglicemia??”

Boa pergunta! Estou chegando ao ponto. O que acontece é que nesta condição a via da **gliconeogênese** fica **inibida**. Já entendi essa cara! Ok, vamos relembrar alguns pontos importantes da gliconeogênese para que você compreenda melhor esse texto.

Olhando atentamente a Figura 7, note algumas das possibilidades metabólicas para o **piruvato** (considerado um importante substrato gliconeogênico): a) seguir a via aeróbia de produção de ATP, a partir de sua conversão em Acetil-Coenzima A (Acetil-CoA); b) ser reduzido a lactato, para produção anaeróbia de ATP; c) ser desviado para a produção de glicose, pela via da **gliconeogênese (especialmente hepática)**, sendo essa última opção muito interessante para a Marcela, pois isso evitaria um quadro de hipoglicemia. Porém, devido à elevada ingestão de etanol e o consequente acúmulo de NADH, esta via passa a ficar inibida.

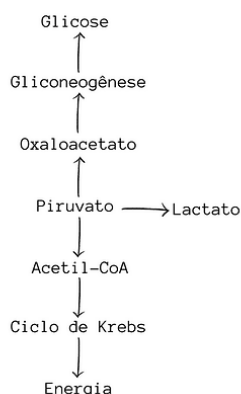


Figura 7. Alguns dos destinos metabólicos para o piruvato.
Fonte: Tatienne Neder Figueira da Costa.

Oras, se a gliconeogênese tem como finalidade manter a glicemia em situações onde há privação exógena de carboidrato e agora essa via está inibida, como ficará a glicemia da Marcela?

Reduzida, ou seja, ela entrará em quadro de hipoglicemia e foi justamente por isso que ela precisou parar no hospital para repor sua glicose, nesse caso, pela veia, como podemos ver abaixo (Figura 8).



Figura 8. Acima, Marcela no hospital recebendo glicose na veia. Abaixo, a alegria do sangue com a chegada de glicose.

Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

Para entender melhor como tudo isso acontece, te convido a dar uma mergulhada na Figura 9. “Olá, prazer, eu sou a Figura 9, não me critiquem, por favor, mas devo confessar que sou do tipo complicada e perfeitinha, mas garanto que vocês literalmente não vivem sem mim”. Brincadeiras à parte, vocês se recordam que falei há pouco que o piruvato pode ser um substrato para a produção hepática de glicose? Pois bem, se olhar a via de baixo para cima, vai notar que o piruvato passa por uma série de reações até ser convertido à glicose que, no final das contas, é o objetivo dessa via!

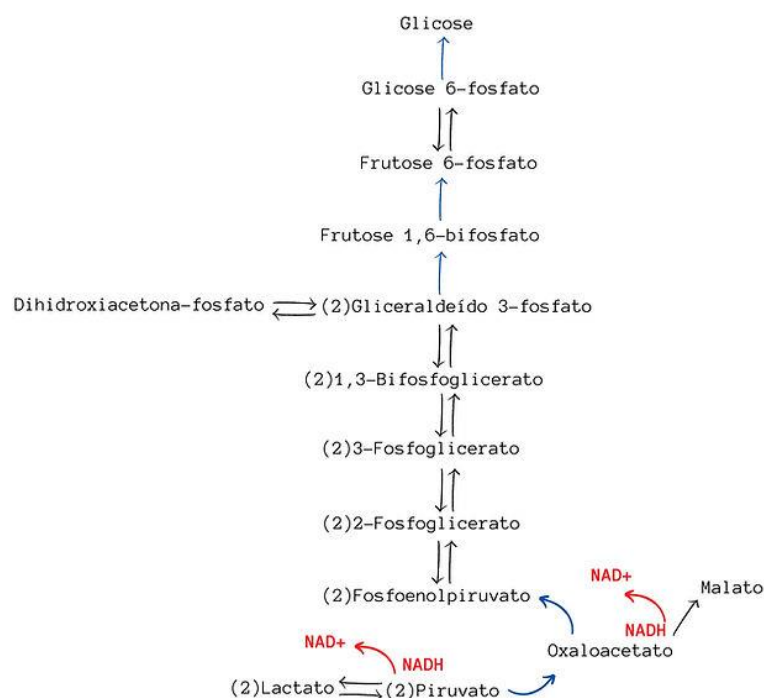


Figura 9. Via da Gliconeogênese.
Fonte: Tatienne Neder Figueira da Costa.

No entanto, na condição em que a Marcela estava, a reação de piruvato à oxaloacetato (primeira reação de baixo pra cima) fica muito limitada, pois o acúmulo de NADH desvia o piruvato dessa rota e o redireciona para ser reduzido a lactato. Essa é uma forma inteligente do organismo regenerar o NAD⁺, transferindo os íons H⁺ do NADH para o piruvato. Além disso, o oxaloacetato não consegue ser convertido a fosfoenolpiruvato (segunda reação de baixo pra cima), sendo, portanto, desviado para a produção de malato, exatamente pelo mesmo motivo acima descrito.

Assim, a formação de lactato e malato representam alternativas metabólicas que o organismo utiliza para restabelecer o NAD⁺. Mas como nem tudo são flores, isso acaba gerando “efeitos colaterais”, por limitar a disponibilidade dos substratos piruvato e oxaloacetato que poderiam entrar para a via de produção de glicose.

Recalculando a rota...

Desta forma, esses substratos deixam de participar da via da gliconeogênese hepática e passam a ser utilizados para outros fins metabólicos. Isso se chama **regulação metabólica**! Nosso corpo tem uma capacidade incrível e refinada de regular o metabolismo. Temos um verdadeiro “waze metabólico” interno, que nos redireciona para a **melhor “rota”** (via bioquímica) **naquele momento**, o que é simplesmente **INCRÍVEL e FASCINANTE!!**

É exatamente como acontece com o “waze exógeno” que estamos acostumados a usar. Quando o caminho está congestionado (neste caso pelo acúmulo de NADH), o

que o Waze nos sugere fazer? Pegarmos outra rota, a fim de chegar mais rápido ao nosso destino. No caso da bioquímica, a questão não é chegarmos mais rápido, mas sim atendermos da melhor maneira possível as demandas metabólicas requeridas pelo organismo naquele momento. Então, a todo instante estamos **recalculando rotas metabólicas**, desviando de caminhos que não são interessantes naquele dado momento para o organismo, mas que podem ser muito úteis mais tarde, quem sabe. Há um intenso dinamismo do nosso metabolismo e é muito importante vocês terem essa visão, pois isso facilita demais a compreensão da bioquímica!

Por fim, também vale lembrar que o excesso de NADH na mitocôndria traz “efeitos colaterais”, como a inibição de duas enzimas reguladoras do Ciclo de Krebs (CK). Porém, não vamos entrar em detalhes, pois não é o foco desse texto e não queremos que vocês surtem hoje!

Bom, por hoje é só! Até mais!

BIBLIOGRAFIA

SALWAY, J. G. **Metabolism at a Glance**. Wiley-Blackwell, 1994. 96 p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4rd ed. W. H. Freeman, 2004. 1100 p.

HARRIS, R. A. Metabolismo de Carboidratos I: Principais Vias Metabólicas e seu Controle. In: DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. Tradução: MICHELACCI, Y. M. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2011. cap. 15, p. 611-666.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015, 1162p.

APÊNDICE 3 – Texto na aba “Nosso Blog”, do Blog BioquímicaAtiva

Síndrome de Cushing e suas manifestações clínicas

Autores: Lucas Eduardo Freitas Sousa e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão científica: Fábio Bessa Lima e Rodrigo Antonio Peliciari-Garcia

Objetivo: Explicar os mecanismos envolvidos em algumas das manifestações clínicas presentes em pacientes com Síndrome de *Cushing*.

Pego meu álbum de fotos de casamento de um ano atrás e meus olhos se enchem de lágrimas. De lá pra cá percebo mudanças em meu corpo. Muitas coisas mudaram. Novas e boas experiências adquiridas e ao mesmo tempo a coragem para enfrentar algo novo, ainda sem nome, mas que a cada dia se mostrava mais e mais presente em meu corpo. Obesidade de tronco, dedos e extremidades muito afinadas, escurecimento nas dobras das mãos e estrias arroxeadas em minhas coxas eram algumas delas. Após inúmeras idas e vindas de consultas médicas, o novo passou a receber um nome e sobrenome: Síndrome de *Cushing*. Apesar de fictício, esse relato possivelmente representa a realidade de muitas pessoas que apresentam essa Síndrome e por conta de suas várias manifestações clínicas, resolvemos trazer hoje um caso clínico, esse sim verídico, de uma paciente diagnosticada com Síndrome de *Cushing*, para explicarmos o porquê de alguns sinais clínicos característicos.

Devo confessar a você que eu, Lucas, nunca tinha ouvido falar da Síndrome de *Cushing* até então e justamente por isso, imaginava que ela fosse uma condição de prevalência rara na população. Bom, mas não vim hoje falar de minhas impressões pessoais e sim compartilhar com você o que aprendi estudando essa patologia e discutindo com os professores que me ajudaram a escrever esse texto. Papel e lápis na mão, bora estudarmos juntos?

Caso clínico

Uma paciente de 32 anos de idade se apresentou ao ambulatório de um serviço médico com as seguintes manifestações clínicas: ganho progressivo de peso há 10 meses, com aparecimento de giba de búfalo, arredondamento da face (face em lua cheia), estrias arroxeadas nas coxas, acúmulo de gordura em região supraclavicular e abdominal, estrias arroxeadas nas coxas e hiperpigmentação nas dobras das mãos. Antecedentes pessoais: diagnóstico de hipertensão arterial sistêmica há dois anos.

Vamos ver abaixo como estão os exames físico e laboratorial dessa paciente?

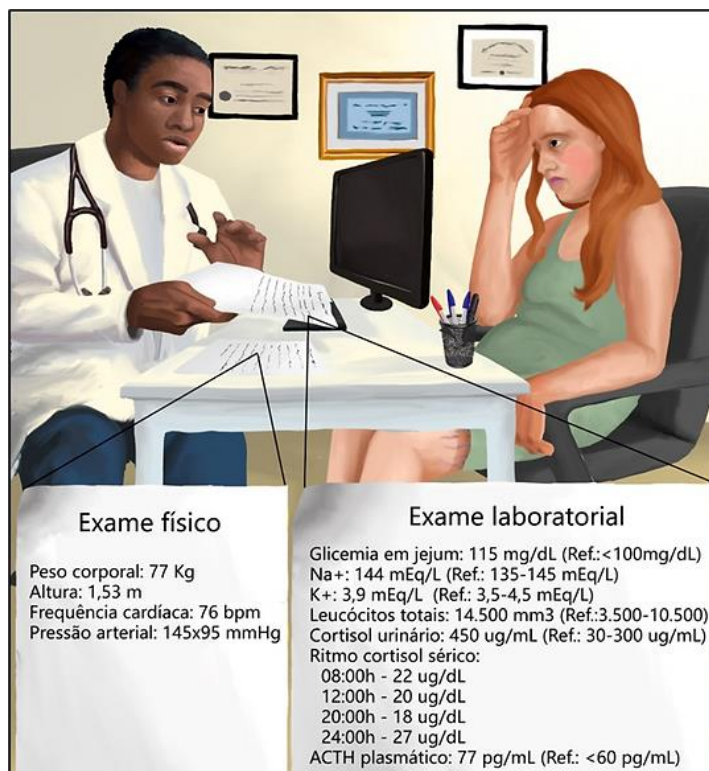


Figura 1. Médico explicando à paciente o resultado de seus exames. Na+: Sódio; K+: Potássio; ACTH: Hormônio Adrenocorticotrófico. Ref.: valor de referência. Figura meramente ilustrativa. Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

Como podemos observar, seu cortisol urinário está acima (450 $\mu\text{g/mL}$) do valor de referência (30-300 $\mu\text{g/mL}$), que indica uma condição chamada de **hipercortisolismo**, que, neste caso, é **persistente**, diferente do que acontece em uma condição fisiológica, onde há picos deste hormônio ao longo do dia. Essa perda na oscilação diária do cortisol é uma manifestação clínica característica de pacientes que apresentam Síndrome de *Cushing*, independente da causa.

“Lucas, você falou em cortisol, seria possível dar uma recapitulada sobre ele, pois estou preocupado de não conseguir acompanhar o caso clínico!”

Claro, sem problemas! Vamos então relembrar como o hormônio cortisol é produzido, secretado (liberado) e de que forma sua concentração no sangue é regulada, o que significa dizer que darei uma passadinha no Eixo-Hipotálamo-Hipófise-Adrenal (HPA), ok? Bom, como você pode observar na Figura 2A, a produção e liberação do cortisol pela glândula adrenal envolve a participação do eixo HPA, composto por três estruturas (hipotálamo, hipófise e adrenal), que trabalham de forma integrada, ou seja, elas “conversam” entre si e a parceria é tal, que elas não ficam um dia se quer sem se “falar”.

A essa comunicação “amigável”, chamamos de mecanismo de regulação por retroalimentação negativa ou *feedback* negativo e funciona assim: quanto mais cortisol secretado, menor a produção de CRH e ACTH. Por exemplo, imagine uma noiva dias antes de se casar. É bem comum elas ficarem ansiosas e estressadas (no bom sentido, claro hehe), com mil preocupações na cabeça, como provavelmente a nossa paciente fictícia apresentada no início do texto deve ter ficado quando se casou. Costumamos até dizer: “ela deve estar com o cortisol nas alturas”! Isso de fato acontece, pois quando passamos por uma situação de estresse (seja de natureza psicológica ou física), uma área do hipotálamo – chamada Núcleo Paraventricular - é ativada, resultando na produção e secreção do Hormônio Liberador de Corticotrofina (CRH). Em seguida, o CRH é liberado nos vasos portais hipofisários, nome chique da “rua” que ele percorre para chegar à hipófise, especificamente a adenohipófise, também conhecida como hipófise anterior.

Lá, o CRH se “depara” com vários tipos de células diferentes, mas tem uma - os corticotrofos - que são “equipados” em sua membrana plasmática com um receptor capaz de reconhecer logo “de cara” o CRH. Sabe aquela coisa de afinidade? É isso que rola entre eles, daí a ligação é certa! Essa interação hormônio-receptor é tão “apaixonante” que faz a célula corticotrófica ser estimulada a produzir uma proteína precursora chamada Pró-Opiomelanocortina (POMC), considerada um pró-hormônio, que depois de passar por algumas clivagens (quebras) em suas ligações peptídicas, dá origem a diferentes peptídeos com atividade hormonal, como o Hormônio Adrenocorticotrófico (ACTH) e o Hormônio alfa-melanócito estimulante (α -MSH). Após ser liberado na corrente sanguínea, o ACTH segue seu trajeto em direção às células do córtex da glândula adrenal, também chamada glândula supra-renal, se liga em seu receptor presente na membrana plasmática, resultando na produção e liberação do nosso famoso cortisol no sangue.

Assim, quando há uma **hiperatividade** do eixo HPA, ou seja, quando ele está muito estimulado, a exemplo da noiva estressada, a concentração do cortisol no sangue **aumenta** (Figura 2A), mas graças ao mecanismo regulatório de *feedback* negativo, o próprio cortisol passa a inibir a produção de CRH no hipotálamo, bem como de ACTH na hipófise, de forma a restabelecer as concentrações circulantes de cortisol.

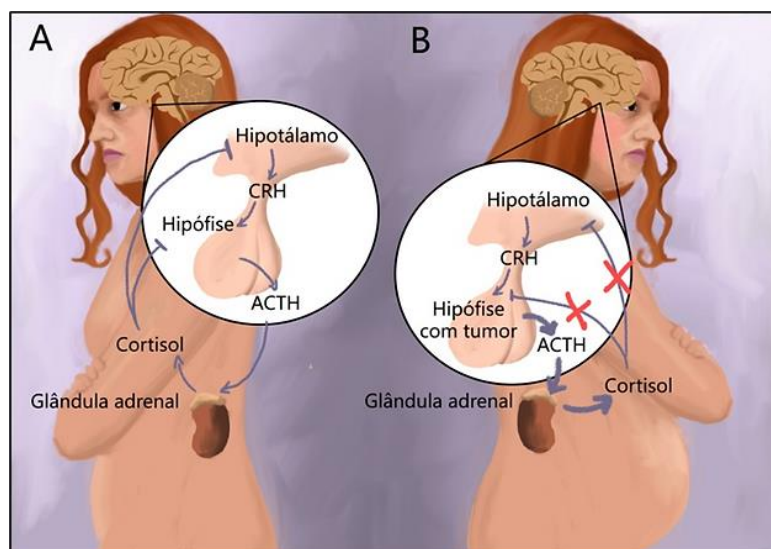


Figura 2. Ilustração do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal de um indivíduo. **A)** sem disfunção do mecanismo regulatório por retroalimentação negativa; **B)** com disfunção do mecanismo regulatório, em decorrência da Síndrome de *Cushing* causada por adenocarcinoma hipofisário, resultando em produção e secreção aumentada de ACTH, levando ao hipercortisolismo persistente. CRH: Hormônio Liberador de corticotrofina; ACTH: hormônio adrenocorticotrópico. Fonte: Criado por Ayla Secio Silva.

“E o que acontece quando há uma falha nessa regulação por retroalimentação negativa?”

Acontece, por exemplo, o que vemos no exame de cortisol urinário da paciente do caso clínico (Figura 1, exame laboratorial): um hipercortisolismo **persistente**, que neste caso, é consequência da Doença de *Cushing* que ela apresenta. “Mas vem cá, não era Síndrome de *Cushing*?” Hum, muito bem! Isso mostra que você está acompanhando o texto! Vamos entender melhor essas terminologias que costumam gerar uma confusão danada.

A Doença de *Cushing* foi descrita pela primeira vez em 1932, por um médico chamado Harvey William Cushing, daí o nome “*Cushing*” em sua homenagem. O paciente descrito por ele tinha um adenocarcinoma hipofisário do tipo basófilo (tumor na hipófise), que resultava no aparecimento de diversos sinais e sintomas, compondo assim a chamada Síndrome de *Cushing*. Porém, há outras causas além da Doença de *Cushing* que também manifestam a Síndrome de *Cushing*, tais como displasias e hiperplasias da glândula adrenal, tumores benignos e malignos que produzem ACTH e uso exógeno e crônico de glicocorticoides, sendo essa última a causa mais frequente de Síndrome de *Cushing* na população.

Um dos **sinais clássicos** desta síndrome, **independente** da causa, é o **hipercortisolismo persistente**, que podemos observar no exame da paciente: o seu cortisol urinário era de 450 mg / mL, acima do valor de referência (30-300 mg/mL). Além disso, há outro achado característico em relação ao cortisol: os pacientes apresentam uma perda (ruptura) em sua ritmicidade circadiana. Tal padrão pode ser observado olhando os valores de cortisol no sangue coletados em diferentes horários

do dia: embora os valores estejam normais nas diferentes coletas, eles praticamente não oscilam (variam) ao longo do dia. Por exemplo, o valor do cortisol sérico coletado pela manhã foi muito próximo do coletado a noite, **diferente** do que aconteceria em uma condição fisiológica!

“E como saber qual a causa do hipercortisolismo desta paciente?”

Conforme vimos anteriormente, o ACTH é produzido na adenohipófise certo?! Acontece que o valor do ACTH plasmático da paciente estava em 77 pg / mL (Figura 1, exame laboratorial), ou seja, acima do valor de referência (< 60 pg / mL). Isso significa que há muito ACTH estimulando a glândula adrenal, logo, muito cortisol sendo produzido e liberado na circulação. Porém, devido à condição clínica que a paciente apresenta (tumor na adenohipófise), a regulação por retroalimentação negativa não funciona adequadamente e como consequência, as concentrações circulantes de cortisol não retornam aos valores de normalidade. Nesses pacientes, a **adenohipófise é constantemente hiperestimulada**, produzindo **ACTH** de forma **contínua e excessiva**, logo, **cortisol** sérico também **contínuo e excessivo** (Figura 2B). Assim, percebemos que a causa da Síndrome de *Cushing* desta paciente é um adenocarcinoma hipofisário, tendo como diagnóstico a Doença de *Cushing*.

“E a glicemia da paciente? Vi que ela está alterada!”

Exato! A glicemia de jejum da paciente foi de 115 mg / dL (Figura 1, exame laboratorial). Segundo a Diretriz oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes do ano de 2022, este valor se refere à condição de pré-diabetes, que é quando a glicemia de jejum é igual ou maior que 100 mg/dL e menor que 126 mg/dL). Mas, você faz ideia do porquê dessa alteração?

Todo mundo em silêncio, ok hehe. A resposta é porque o cortisol é considerado um hormônio com efeito hiperglicemiante. Calma, vamos por partes.

No metabolismo dos carboidratos, o cortisol aumenta a expressão do gene que codifica a enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinase (PEPCK), considerada a “mandachuva” da via da gliconeogênese, além de aumentar a atividade desta enzima. Para quem não se lembra, essa via bioquímica produz glicose a partir de substratos não glicídicos. Assim, quando essa via está muito ativa, significa que a fábrica hepática de produção de glicose está trabalhando a todo vapor, ou seja, muita glicose disponível para ser liberada no sangue.

Além disso, o cortisol atua de forma semelhante a um funcionário que trabalha na esteira da sala de embarque de um aeroporto, pedindo que você “ retire ” todos os seus pertences, caso esteja “ equipado ” com relógio, cinto, chave, etc. Somente após toda essa burocracia, você passa para o outro lado. No fígado, rola um procedimento parecido: o cortisol induz a retirada de um fosfato que até então estava inserido no carbono 6 da molécula de glicose, deixando-a livre, desfosforilada (apenas como

glicose). Essa etapa é crucial, já que a glicose na forma fosforilada (como glicose-6-fosfato) é incapaz de atravessar a membrana plasmática da célula hepática e ser liberada na circulação. A enzima que faz a remoção do fosfato da glicose é chamada glicose-6-fosfatase e o cortisol aumenta a atividade dessa enzima! Como se não bastasse, o cortisol exerce outro efeito no metabolismo dos carboidratos.

Vai ver ele tem uma quedinha pela rota metabólica dos carboidratos hehehe.

Em tecidos periféricos, como no músculo esquelético e tecido adiposo, o cortisol e a insulina “não se bicam”. Por conta disso, o cortisol gera uma ação anti-insulínica, reduzindo o efeito estimulatório que a insulina desempenha sobre a captação de glicose nesses tecidos. Resultado? Menor entrada de glicose na célula. Logo, mais glicose na circulação. Na prática, vemos isso pelo valor da glicemia alterado no exame de sangue da paciente.

“E no metabolismo proteico?”

Bem, no metabolismo de proteínas, o cortisol promove uma redução das proteínas teciduais em praticamente todas as células do corpo (com exceção do fígado), por estimular o catabolismo (degradação) proteico, processo conhecido por proteólise e diminuir sua síntese, ou seja, mais proteína sendo degradada do que produzida. Uma vez que toda proteína é formada por uma sequência de aminoácidos e que o cortisol estimula a proteólise, logo, quando a concentração desse hormônio aumenta, há uma aumentada liberação de aminoácidos na circulação e esses, ao chegar no fígado, podem entrar na via da gliconeogênese e, adivinha? Mais glicose para mandar para o sangue! Esse é mais um mecanismo que possivelmente explica a glicemia alterada da paciente apresentada hoje.

“E no metabolismo de lipídeos, o que ele faz?”

No metabolismo lipídico, embora o cortisol desempenhe uma ação lipolítica (quebra do triacilglicerol) discreta no tecido adiposo quando comparada a de outros hormônios lipolíticos, como as catecolaminas e o hormônio do crescimento, ele exerce o que chamamos de “ação permissiva” a esses hormônios, é como se ele dissesse: “pessoal, não vou atrapalhar o trabalho de vocês, fiquem a vontade para quebrar gordura. Vou ajuda-los a deixar o ambiente propício para que façam um bom trabalho.” Assim, quando o cortisol aumenta, o adipócito (célula de gordura) sofre mais lipólise. Como produto da lipólise, há a liberação de ácido graxo e glicerol. Esse último metabólito vai para o fígado e lá ele pode servir de substrato para a via da gliconeogênese, tal como os aminoácidos. Percebam que o “ambiente” fica muito favorável para a glicose ser produzida. Além de a “maquinaria” enzimática estar “tinindo”, há disponibilidade de substrato “a rodo” (aminoácidos e glicerol, por exemplo) para a glicose ser produzida.

Gostaria de ressaltar que todos esses efeitos que mencionamos do cortisol nos diferentes metabolismos são essenciais à nossa sobrevivência, especialmente nos

períodos em que estamos de jejum. O problema passa a ser quando a sua concentração no sangue permanece cronicamente elevado, ok?

“E a hiperpigmentação nas dobras das mãos da paciente Lucas, qual a explicação?”

Conforme expliquei anteriormente, o CRH produzido no hipotálamo chega à adenohipófise e lá ele estimula a síntese da POMC, que por sua vez, passa por uma clivagem (quebra) em suas ligações peptídicas, para dar origem a hormônios peptídicos menores, sendo um deles o ACTH, um peptídeo composto por 39 aminoácidos. O que acontece é que em uma região específica da hipófise, uma parte do ACTH produzido é clivada e os primeiros 13 aminoácidos de sua cadeia são liberados na forma do hormônio α -MSH.

Como o α -MSH advém da quebra do ACTH e a paciente tem excesso de ACTH devido ao tumor hipofisário (Figura 1, exame laboratorial), logo haverá também excesso de seu produto de clivagem, correto? O α -MSH, ao agir em seu receptor presente nos melanócitos, localizados em grande quantidade entre a epiderme e derme, estimula a síntese e dispersão de melanina, influenciando diretamente na pigmentação (cor) da pele. Apesar da especificidade desse receptor pelo hormônio α -MSH, ele também é capaz de reconhecer o ACTH, devido à semelhança química entre eles. Assim, em razão da condição clínica que a paciente apresenta, os melanócitos ficam hiperestimulados a produzir e dispersar a melanina, explicando o escurecimento nas dobras das mãos da paciente.

Você chegou até aqui! Ficamos felizes que tenha nos acompanhado até o final e esperamos que tenha conseguido entender as explicações. Caso tenha rolado algum estresse ao longo do texto, quem sabe não tenha sido uma forma prática de você estudar o seu eixo HPA?

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer os professores doutores Fábio Bessa Lima e Carla Oliveira, ambos docentes e pesquisadores na Universidade de São Paulo (USP), por gentilmente nos disponibilizar os dados da paciente aqui apresentada e que nos foi de grande valia para que pudéssemos discutir de forma mais prática algumas das manifestações clínicas de pacientes com Síndrome de *Cushing* e especialmente a você, que permaneceu conosco nesse texto nos fazendo companhia até esse ponto de exclamação, nosso super obrigado!

BIBLIOGRAFIA

BARRETT, E. J. A Glândula Suprarrenal. In: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 50, p. 1057-1073.

ELIAS, L. L. K. et al. Glândula Adrenal. In: AIRES, M. M.. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. cap. 69, p. 1079-1095.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Hormônios Adrenocorticais. *In*: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução: Barbara A. Martins [et al]. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. cap. 77, p. 944-960.

MOLINA, P. E. **Fisiologia Endócrina**. 4. ed. Porto Alegre: Artemed, 2014. Cap. 6, p. 129-160.

Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). Diretriz oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2022. **Classificação, diagnóstico e metas de tratamento**. 2022.

APÊNDICE 4 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog BioquímicaAtiva*

O que são as ilhotas pancreáticas?

Autores: Valéria Araújo Porto e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Imagine o planeta Terra. Mas nele não existem países, apenas ilhas. Como é comum, cada ilha possui uma diversidade de árvores, e cada árvore produz um tipo diferente de fruto. Pois é, agora imagine que o pâncreas endócrino seria esse planeta, que as ilhas seriam as ilhotas pancreáticas (ou ilhotas de *Langerhans*) e que cada “árvore” dessa ilha (neste caso, as células), produz e secreta “fruto(s)” específico(s): o(s) hormônio(s), estes, com funções muito importantes.

Está bem, eu sei! Isso está simples demais e o pâncreas, os seus constituintes e a função que ele desempenha é bem mais complexa. Mas, deu para ter uma noção do que seriam essas ilhotas? Para não subestimar o seu devido valor, vai aí uma explicação melhor do assunto!

O pâncreas possui duas funções distintas:

- Função **EXÓCRINA**: Esta é exercida pelos ácinos pancreáticos (cada qual referido como um agrupamento de aproximadamente 15-100 células acinares), que por sua vez se agrupam em lóbulos (“semelhantes” a cachos de uva, Figura 1A-B). O lúmen de cada ácino se conecta com um pequeno ducto (ducto intercalado), que de forma resumida, vai progressivamente se fundindo com outros ductos menores, até finalmente desembocar no duodeno (porção inicial do intestino delgado), através do ducto pancreático principal (Figura 2A). Os ductos, que não são bobos nem nada, também são constituídos por células, denominadas células epiteliais dos ductos (Figura 1B). Neste trabalho coletivo, as células acinares secretam enzimas digestivas inativas – entre outros compostos – para o interior do ducto, que ao longo de seu trajeto, vai sofrendo modificações em sua composição, pela ação das células dos ductos (por exemplo, ganhando água e bicarbonato, HCO_3^-). O resultado final desta “cooperação” é a formação do suco pancreático, que chegará ao duodeno (por intermédio do ducto pancreático principal), local onde este produto secretório auxiliará na digestão de nutrientes. Além das células acinares e ductais, há também outros tipos celulares aqui e que secretam outros compostos, ok?!

É importante lembrar que – quantitativamente – a porção exócrina do pâncreas compreende a maior parte deste órgão, o que não significa que ela seja mais importante do que o restante da massa pancreática. Aqui não existe competição de poder!

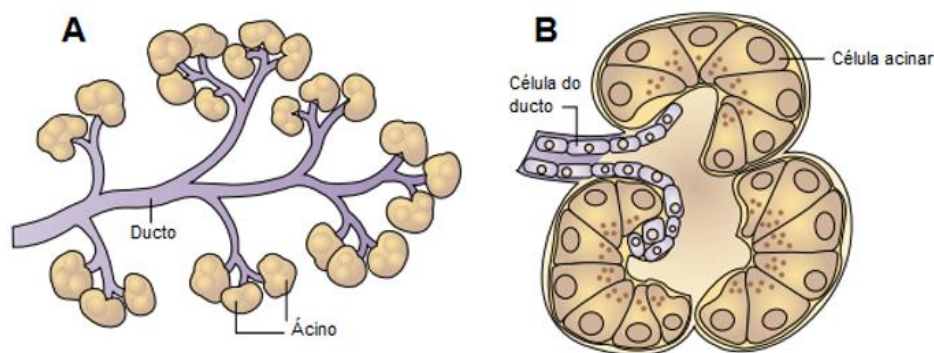


Figura 1. Anatomia ilustrativa do pâncreas exócrino. **A)** Ácinos pancreáticos e ducto. **B)** Um ácino pancreático isolado. Fonte: Adaptado de BARDEESY; DEPINHO (2002).

- Função **ENDÓCRINA**: Esta é desempenhada pelas nossas queridas células presentes nas ilhotas de *Langerhans*. Essas “ilhas naturais endógenas” representam cerca de 2 % da massa total do pâncreas. Parece pouco, né?! Mas acredite, no pâncreas de seres humanos existe cerca de um a dois milhões de ilhotas!

Essas “ilhas endógenas” são formadas por um aglomerado de células (diferentes árvores) circundadas pelo tecido acinoso (Figura 2B). Cada “árvore” (célula) é responsável pela produção e secreção de um ou mais “frutos” (hormônios), conforme ilustrado na Figura 3, que somado aos demais “frutos” produzidos por outros órgãos/glândulas do nosso corpo, bem como pela atuação dos demais sistemas fisiológicos, nos propicia um estado de equilíbrio interno.

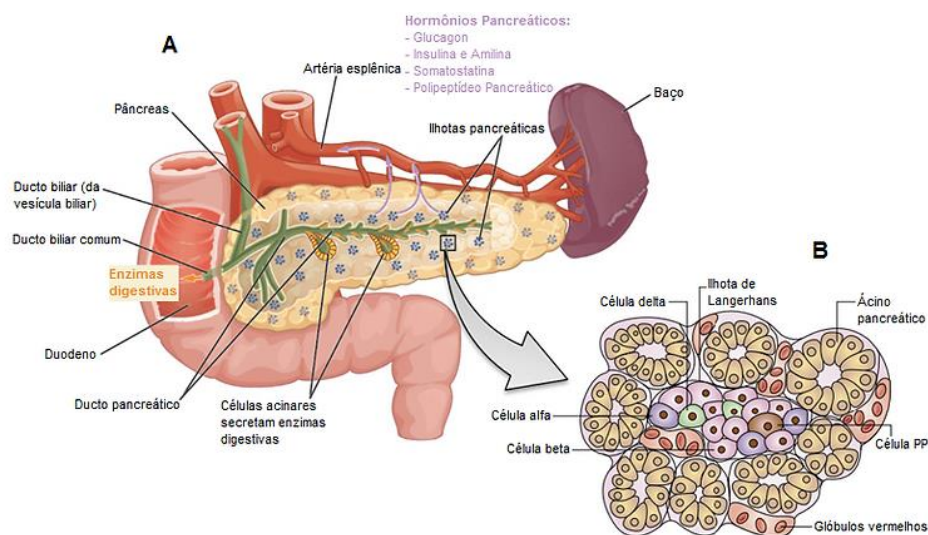


Figura 2. Pâncreas endócrino e exócrino. **A)** Visão anatômica geral do pâncreas mostrando tecido acinoso e ilhotas pancreáticas. **B)** Ilhota pancreática e seus diferentes tipos celulares. Fonte: A) Adaptado de BETTS et al. (2017); B) Adaptado de BARDEESY; DEPINHO (2002).

Abaixo segue o nome oficial de cada “árvore” e o(s) “fruto(s)” que elas dão (Figura 3):

- * Célula alfa (α): produz e secreta Glucagon.
- * Célula beta (β): produz e secreta Insulina, e em menor quantidade, Amilina.

- * Célula delta (D): produz e secreta principalmente Somatostatina.
- * Célula PP: produz e secreta Polipeptídeo Pancreático.

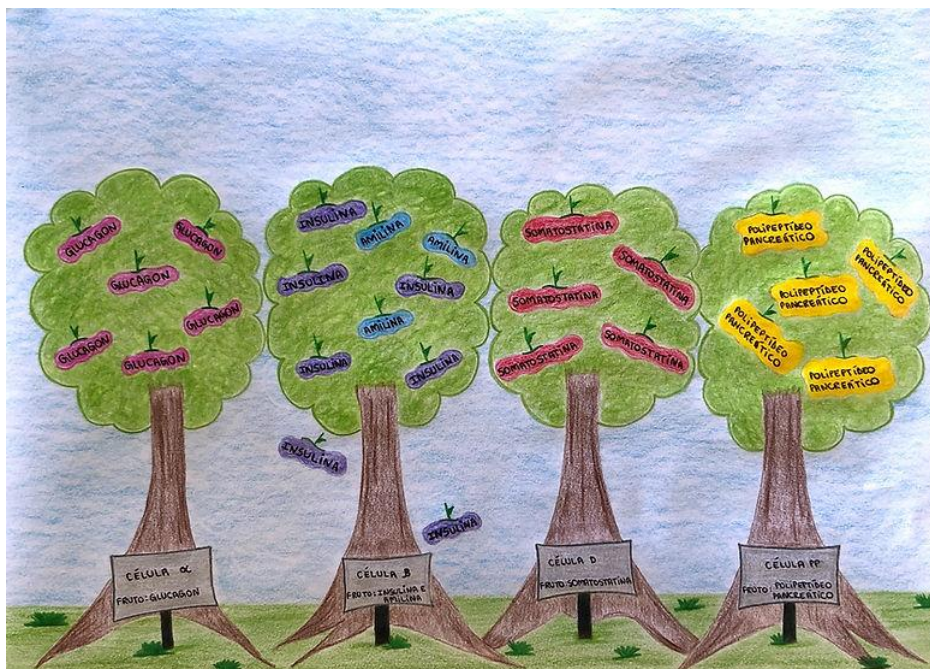


Figura 3. Esquema ilustrativo demonstrando a produção e secreção de hormônios pancreáticos (frutos) pelas células (árvores) das ilhotas de Langerhans (ilhas). Célula alfa (α); Célula beta (β); Célula delta (D); Célula PP.
Fonte: Valéria Araújo Porto.

IMPORTANTE!

Agora que você tem uma visão geral sobre o que são as ilhotas pancreáticas, do que elas são constituídas e o que elas produzem e secretam, preciso que você entenda algo. Nosso organismo é lindo e complexo. Cada órgão tem o seu devido valor e importância, e muitas vezes, o simplificamos demais. Quer ver? Quando nos perguntam: “Quais são as células existentes no tecido adiposo?” - já respondemos logo de cara: “Os adipócitos!”, “E no fígado?” – “Os hepatócitos, certo?” Pois é! Mas está errado? Não, não está errado. Está incompleto, diria.

É importante entender que nós não podemos simplificar os nossos órgãos a apenas um único tipo de célula ou função, MESMO na presença de uma predominância celular e funcional. De forma geral, um órgão possui uma diversidade de tipos celulares, cada qual com sua “missão” naquele local. Elas não estão ali à toa!

Se eu perguntasse a você, sim, você mesmo que está lendo esta frase agora: “Quem é você?”, talvez você me respondesse - “Oras, eu sou o Pedro!”. Ok, mas “Quem é o Pedro?”, e você diria - “Pedro é um cara estudioso, que cursa Nutrição. Mas também sou o Pedro, filho da Joana e do Carlos. Ah! E também sou irmão da Gabriela, primo da Jussara e amigo do Gustavo... nossa, sou tantos!”. Então, perceba que se “restringo” o Pedro apenas como um estudante de Nutrição, não o “contemplo” em sua totalidade. Dentre tantos “papéis” que ele desempenha, ele pode até ter as suas prioridades, suas “predominâncias” de vida, mas ainda assim, ele exerce todos esses

papéis e é justamente esse coletivo que faz o Pedro ser quem ele é hoje! Assim acontece com os diferentes tipos de células em um órgão.

Então, quando lhe perguntarem: “O que são as ilhotas pancreáticas?” Você pode responder: “É um aglomerado de diferentes tipos celulares”, e não estará errado. MAS, não se esqueça, não é apenas isso. Aqui focamos na importância de olhar a diversidade celular, porém, existem outros aspectos importantes quando pensamos no pâncreas, tais como vascularização e inervação, por exemplo. Lembre-se, é toda essa harmonia e sincronia que garante a homeostase do nosso organismo! Portanto, valorize – **literalmente** - cada pedacinho do seu corpo!

BIBLIOGRAFIA

BARDEESY, N.; DEPINHO, R. A. Pancreatic cancer biology and genetics. **Nat Rev Cancer**, Boston, v.2, n. 12, p. 897-909, Dec. 2002. DOI 10.1038/nrc949. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12459728/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BARRETT, E. J. O Pâncreas Endócrino. In: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 51, p. 1074-1093.

BETTS, J. G.; DESAIX, P.; JOHNSON, E.; JOHNSON, J. E.; KOROL, O.; KRUSE, D.; POE, B.; WISE, J. A.; WOMBLE, M.; YOUNG, K. A. The Endocrine System. In: BETTS, J. G.; DESAIX, P.; JOHNSON, E.; JOHNSON, J. E.; KOROL, O.; KRUSE, D.; POE, B.; WISE, J. A.; WOMBLE, M.; YOUNG, K. A. **Anatomy & Physiology**. Houston: OpenStax, 2017. cap. 17, p. 731-782. Disponível em: <https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology>. Acesso em: 21 ago. 2020.

BUENO, A. A. et al. Pâncreas Endócrino. In: RIBEIRO, E. B. (org.). **Fisiologia Endócrina**. Barueri: Manole, 2012. cap. 5, p. 105-126.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Insulina, Glucagon e Diabetes *Mellitus*. In: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução: Alcides M. Junior [et al]. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. cap. 78, p. 987-1004.

JÚNIOR, R. M. M.; CHAVES, M. P.; FERNANDES, V. O. Fisiologia Pancreática: Pâncreas Endócrino. In: ORIÁ, R. B.; BRITO, G. A. C. (org.). **Sistema Digestório: Integração Básico-Clínica**. São Paulo: Blucher, 2016. cap. 20, p. 523-573.

MARINO, C. R.; GORELICK, F. S. Glândulas Pancreática e Salivar. In: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 43, p. 912-932.

APÊNDICE 5 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog Bioquímica*

Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?

Autores: Lucas Eduardo Freitas Sousa e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Ei, tudo joia? Não sei como você aprendeu, mas se ainda não sabe a diferença entre *Low Density Lipoprotein* ou Lipoproteína de baixa densidade (LDL) e *High Density Lipoprotein* ou Lipoproteína de alta densidade (HDL), saiba que elas são diferentes em tamanho, densidade e composição química. Antes, a maneira mais rápida que encontrava para distingui-las era decorando um “macete” que a galera da faculdade ensinava: HDL era associada à “Hoje Deus Livra” e LDL à “Logo Deus Leva”, e não é à toa que popularmente a LDL é associada ao “colesterol ruim”, ou seja, se é ruim: “Logo Deus Leva”! Mas essa ideia induz a interpretações equivocadas e vamos explicar o porquê.

No contexto do metabolismo lipídico, as lipoproteínas – de forma geral - têm a função de transportar lipídeos (gorduras) pela corrente sanguínea. Então, por que as gorduras não “circulam sozinhas”? Pelo simples fato de serem insolúveis ao plasma. Experimente colocar algumas gotas de óleo em um copo com água: pode mexer, chacoalhar, espernear que eles não se misturam. No sangue é mais ou menos isso que acontece. Eles não se misturam e não tem “santo” que faça esse milagre, a menos que a gordura circule no sangue de forma “disfarçada”, tornando-se solúvel. Esse transporte chama-se lipoproteínas. Imagine a seguinte cena: um carro pequeno e vários amigos para entrar. Não dá para ser de qualquer jeito. Quem vai descer primeiro costuma ficar mais perto da porta, aquele grandão da turma geralmente não senta no meio do banco traseiro, pois sua altura atrapalha a visão do motorista e por aí vai. Precisa haver uma organização dessa galera (Figura 1A). Caso contrário, fica arriscado sair! (Figura 1B).

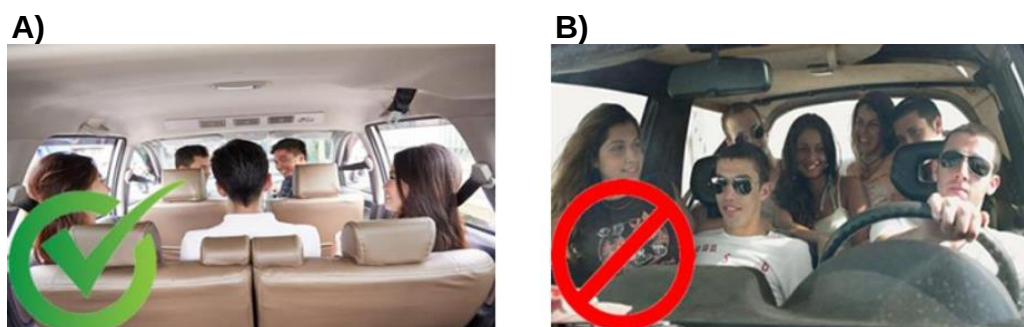


Figura 1. Organização de passageiros no carro, para posterior transporte. **A)** Passageiros sentados de forma adequada. Fonte: Disponível em (adaptado de) https://tecnoblog.net/wp-content/uploads/2019/04/UberIM_003972-1-768x512.jpg. **B)** Passageiros sentados de forma inadequada. Fonte: Disponível em (adaptado de) <https://curiosolinks.com.br/wp-content/uploads/Carro-cheio-de-pessoas-1024x576.jpg>.

No caso das lipoproteínas, essa organização é chamada empacotamento e seus diferentes componentes seriam a “galera” (Figura 2A). Assim, os que são mais

insolúveis ao plasma ficam na parte mais íntima da lipoproteína, ao passo que os menos insolúveis ficam na camada mais externa, a exemplo das proteínas (denominadas apoproteínas ou simplesmente Apo). E, dessa forma, lá vão elas, passear pela “rodovia interna” chamada circulação.

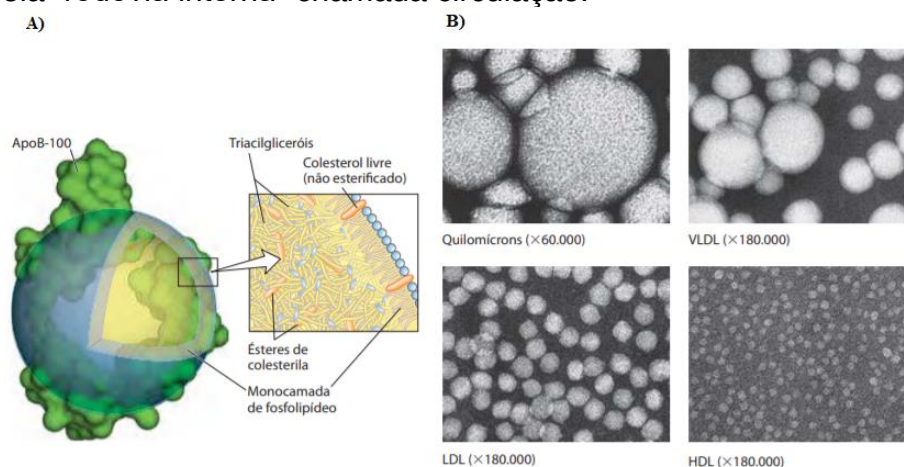


Figura 2. Visão geral das lipoproteínas. **A)** Empacotamento dos diferentes constituintes para formação da Lipoproteína LDL. **B)** Micrografia eletrônica das lipoproteínas Quilomícrons, VLDL, LDL e HDL e seus diferentes tamanhos, medidos especificamente para essas amostras. VLDL: Lipoproteína de muito baixa densidade; LDL: Lipoproteína de baixa densidade; HDL: Lipoproteína de alta densidade. Fonte: NELSON; COX (2014).

“Certo, vocês disseram acima que a função das lipoproteínas é transportar gordura via corrente sanguínea, embora existam diferenças entre elas, a exemplo do tamanho (Figura 2B). Mas quem é o “louco interno” que vai querer receber gordura? Nós, por exemplo, queremos mais é secar, zerar a gordura. Dispensamos essas lipoproteínas aí, especialmente essa LDL, afinal, se a associamos com “Logo Deus Leva”, coisa boa não deve ser!”

Antes de tirar suas conclusões, temos algumas perguntinhas: qual hormônio é crucial para o despertar? Qual hormônio tem importante participação quando se precisa de energia obtida a partir dos estoques corporais? Qual hormônio é fundamental para evitar um quadro de hipoglicemia, mesmo quando se passam horas sem se alimentar? Pois bem, esse “cara” aí é o cortisol, hormônio produzido especialmente pelas células adrenocorticais da zona fasciculada da glândula supra-renal. Essas células, por sinal, “adoram” receber colesterol da LDL.

“Mas com qual objetivo? E o que tem a ver o cortisol com a LDL?”

Primeiro, é importante saber que a LDL é uma lipoproteína muito rica em colesterol, portanto, altamente “qualificada” para transportar esse tipo de lipídeo. Talvez você até já conheça parte dessa história, mas o que talvez não saiba é que as células produtoras de hormônios esteroides (como a progesterona, testosterona, estradiol, aldosterona e até mesmo o hormônio cortisol), utilizam o colesterol como molécula precursora comum para sua fábrica hormonal e que a nossa querida amiga LDL é a principal “fornecedora” dessa valiosa matéria-prima.

Resumidamente, acontece da seguinte forma: as partículas de LDL circulantes se ligam em seus receptores específicos (LDL-r) contidos em estruturas chamadas depressões revestidas, presentes na membrana plasmática celular e que, por endocitose, são internalizadas formando-se vesículas que posteriormente se fundem com os lisossomos. Como resultado da ação lisossomal, as moléculas de colesterol esterificado (colesterol com ácido graxo) são convertidas em colesterol livre, matéria-prima que pode ter como um de seus destinos a via da esteroidogênese (via de produção dos hormônios esteroides), conforme ilustrado na Figura 3. Embora o colesterol captado a partir da LDL seja a principal via bioquímica para a produção dos hormônios esteroides (~ 80 %), uma pequena quantidade de colesterol (~ 20 %) pode ser obtida pela síntese de novo do colesterol, a partir da molécula precursora Acetilcoenzima A (Acetil-CoA), conforme ilustra a Figura 3.

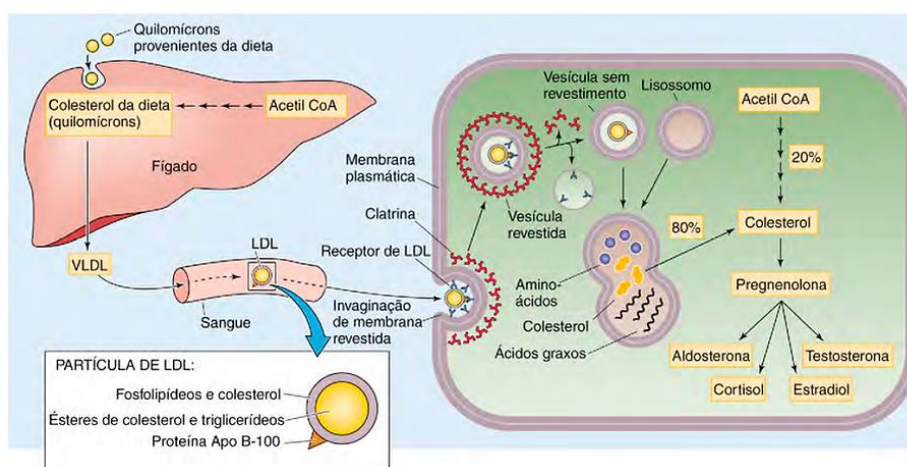


Figura 3. Vias de obtenção do colesterol, molécula precursora para a síntese dos hormônios esteroides. VLDL: Lipoproteína de muito baixa densidade; LDL: Lipoproteína de baixa densidade; Acetil-CoA: Acetilcoenzima A. Fonte: BARRETT (2015), cap. 47.

Assim, ao invés de pensar na LDL como uma vilã, é preferível pensá-la como uma importante aliada à sua saúde, desde que, claro, em níveis adequados e com o mínimo de modificações possível (ex. glicação, oxidação), a fim de proteger seu endotélio vascular (camada fina de tecido epitelial que reveste a parede interna dos nossos vasos) de agressões e possível desenvolvimento de aterosclerose. Portanto, não é sobre NÃO tê-las, mas sim sobre tê-las em níveis satisfatórios!



Figura 4. Analogia para demonstrar a importância da LDL na produção do hormônio cortisol. LDL: Lipoproteína de baixa densidade. Fonte: Disponível em (adaptado de): https://www.altoastral.com.br/wp-content/uploads/2016/08/AAT001-P001-264214-1-m-Shutterstock_Images_1.jpg.

BIBLIOGRAFIA

BARRETT, E. J. A Glândula Suprarrenal. *In*: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 50, p. 1057-1073.

BARRETT, E. J. Organização do controle endócrino. *In*: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 47, p. 1011-1027.

Cossetti M. C. Existe Uber para 5 ou 6 pessoas? *In*: Tecnoblog. **TB Responde**. São Paulo, 10 abr. 2019. Disponível em: https://tecnoblog.net/wp-content/uploads/2019/04/UberIM_003972-1-768x512.jpg. Acesso em: 24 ago. 2020.

Curioso links. Sete coisas que motoristas de aplicativos odeiam nos passageiros. *In*: Curiosolinks. **Fatos**. São Paulo, 13 jun. 2019. Disponível em: <https://curiosolinks.com.br/wp-content/uploads/Carro-cheio-de-pessoas-1024x576.jpg>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ELIAS, L. L. K. et al. Glândula Adrenal. *In*: AIRES, M. M.. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. cap. 69, p. 1079-1095.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Homônios Adrenocorticais. *In*: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução: Barbara A. Martins [et al]. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. cap. 77, p. 944-960.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Biossíntese de lipídeos. *In*: **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga [et al]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. cap. 21, p. 833-880.

Rocha G. Ajudar outras pessoas pode diminuir o impacto do estresse. *In*: Alto astral. **Redação Alto Astral**. São Paulo, 31 ago. 2016. Disponível em: https://www.altoastral.com.br/wp-content/uploads/2016/08/AAT001-P001-264214-1-m-Shutterstock_Images_1.jpg. Acesso em: 24 ago. 2020.

APÊNDICE 6 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog BioquímicaAtiva*

O que são alimentos com restrição de lactose?

Autores: Ana Karina Furtado Mendes e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Antes de explicar melhor essa temática, vale dizer que se trata de uma categoria de alimentos para dietas com restrição de lactose, definida pela Resolução RDC 135/2017 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) como “Alimentos especialmente processados ou elaborados para eliminar ou reduzir o conteúdo de lactose, tornando-os adequados para a utilização em dietas de indivíduos com doenças ou condições que requeiram a restrição de lactose.”

Uma condição clássica é a Intolerância à Lactose, reconhecida pela digestão limitada do açúcar lactose que, presente no leite e seus derivados, se manifesta clinicamente por desconforto gastrointestinal. Tal condição clínica deve-se à deficiência, em maior ou menor grau, da enzima intestinal lactase.

Caso queira entender mais sobre a fisiopatologia e os mecanismos por trás dos sintomas gastrointestinais clássicos, dê uma passadinha no nosso texto “Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?”

Sabendo disso, a indústria então pensou: e se essa lactose fosse hidrolisada (quebrada) antes de ser consumida?

Parece uma bela ajuda, não? Foi assim que a indústria alimentícia teve a sacada de adicionar a enzima β -galactosidase (lactase) em produtos contendo lactose em sua composição, como leite e derivados, processo industrial chamado hidrólise enzimática da lactose, considerado um dos principais métodos empregados pela indústria para a obtenção desses produtos.

Essa adição enzimática permite a hidrólise (degradação) da lactose presente no alimento, de forma que ao consumirmos, estamos ingerindo especialmente glicose e galactose (produtos da digestão intestinal da lactose), mais do que a lactose em si.

Assim, quando lemos num produto “zero lactose”, parece até que a lactose foi retirada por completo do alimento. No entanto, a ideia desses produtos não é exatamente essa, mas sim dar um *help* para o intestino que sofre de Intolerância à Lactose, digerindo essa lactose aqui fora, durante a fabricação do produto.

Outra questão importante e que talvez você já tenha observado nos supermercados, são as variações de termos para esses produtos, que vão desde “zero lactose”, “baixo teor de lactose” a “contém lactose”.

“Qual a diferença entre eles, afinal?”

Bom, para responder a essa pergunta, recorreremos a duas Resoluções da Anvisa que abordam o assunto: a RDC 135/2017 e 136/2017.

Segundo o Art. 3º da RDC 136/2017: “A declaração da presença de lactose é obrigatória nos alimentos, incluindo bebidas, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, que contenham lactose em quantidade maior do que 100 (cem) miligramas por 100 (cem) gramas ou mililitros do alimento tal como exposto à venda.” Neste caso, esses alimentos **precisam** declarar em seus rótulos **“CONTÉM LACTOSE”** imediatamente após ou abaixo da lista de ingredientes com caracteres legíveis que atendam a alguns requisitos como caixa alta, negrito, entre outros, conforme estabelecido pelo Art. 4º.

Os produtos que têm quantidade de lactose **maior que 100 mg e igual ou menor que 1 g (1000 mg) por 100 g ou ml do produto a ser consumido**, devem utilizar o termo **“baixo teor de lactose”**. Para essa classificação, a resolução também permite o uso do termo “baixo em lactose”, que deve estar próximo à denominação de venda do alimento (RDC 135, 2017). Percebam que nessa classificação, é **necessário** o uso da expressão **“CONTÉM LACTOSE”** na embalagem, conforme trazido pelo Art. 3º da RDC 136/2017.

Já os produtos **“zero lactose”** são aqueles que têm quantidade de lactose **igual ou menor a 100 mg por 100 g ou ml do produto pronto para o consumo**. Para essa classificação, a resolução permite o uso de outros termos similares, tais como “isento de lactose”, “0% lactose”, “sem lactose” ou “não contém lactose”, e que devem estar próximos à denominação de venda do alimento (RDC 135, 2017).

Na prática, veja como isso funciona:

Produto 1: Queijo Tipo Cottage “zero lactose”

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 50g (2 colheres de sopa)		
Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	64kcal = 269KJ	3
Carboidratos	1,6g, dos quais	0
Glicose	0,8g	**
Galactose	0,8g	**
Lactose	0g	0
Proteínas	6,6g	9
Gorduras totais	3,5g	6
Gorduras saturadas	1,8g	8
Gorduras <i>trans</i>	0g	**
Fibra alimentar	0g	0
Sódio	120mg	5
Ingredientes: Leite desnatado pasteurizado, creme de leite, sais minerais de origem láctea (concentrado mineral lácteo, cloreto de sódio, dióxido de silício), enzima lactase, cloreto de cálcio, fermento lácteo, estabilizantes (carragena, goma xantana e goma guar) e conservador sorbato de potássio. ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE E DERIVADOS. NÃO CONTÉM GLÚTEN. DIABÉTICOS: CONTÉM GLICOSE E GALACTOSE.		

Reparem na quantidade de carboidratos por porção do alimento. Nesse caso, uma porção de queijo tipo cottage zero lactose, equivalente a 50g ou 2 colheres de sopa, contém: lactose (0g), mas há glicose (0,8g) e galactose (0,8g), que somadas dão o valor total de carboidratos de 1,6g. No mesmo produto, podemos observar a presença da enzima lactase na lista de ingredientes. Como o fabricante utiliza o termo “**zero lactose**”, significa que **há 100 mg ou menos de lactose em 100 g ou ml de seu produto** visto na prateleira. Sendo assim, a quantidade de lactose presente no produto é baixa o suficiente que acaba sendo referida como isenta em lactose (0g).

Produto 2: Queijo Tipo Cottage convencional, da mesma marca.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 50g (2 colheres de sopa)		
Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	64kcal = 269KJ	3
Carboidratos	1,6g	0
Proteínas	6,6g	9
Gorduras totais	3,5g	6
Gorduras saturadas	1,8g	8
Gorduras <i>trans</i>	0g	**
Fibra alimentar	0g	0
Sódio	200mg	5
Ingredientes: Leite desnatado pasteurizado, creme de leite, cloreto de cálcio, fermento lácteo, estabilizantes (carragena, goma xantana e goma guar) e conservador sorbato de potássio. ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE E DERIVADOS. CONTÉM LACTOSE. NÃO CONTÉM GLÚTEN.		

Vejam que na lista de ingredientes desse produto, que também é um queijo tipo cottage e da mesma marca, mas convencional, não há presença da enzima lactase e, portanto, os açúcares glicose e galactose não aparecem na Tabela de Informação Nutricional, já que é seu lindo *corpícho* que irá liberá-los durante a digestão da lactose!

Assim, o valor de carboidratos (1,6g) refere-se à lactose em si. Fazendo uma conta rápida, temos: em 50g, equivalente a 2 colheres de sopa (porção considerada pelo fabricante) temos 1,6g de lactose, portanto, em 100g, teremos 3,2g de lactose. Logo, produtos com teor de lactose acima de 1g em 100g ou ml do alimento pronto para consumo, não são considerados alimentos para dietas com restrição de lactose. Além disso, devido à quantidade de lactose ser superior a 100mg em 100g ou ml do produto, o fabricante deve declarar “**CONTÉM LACTOSE**” na embalagem, conforme vemos na ilustração acima.

Trouxemos também um leite em pó integral considerado “baixo teor de lactose”, o produto 3 abaixo. Neste caso, o produto é diferente e de outra marca, pois não conseguimos encontrar o mesmo produto (queijo tipo cottage) que fosse da mesma marca dos produtos 1 e 2, sendo “baixo teor de lactose”. O importante é vocês perceberem o porquê das diferenças nos rótulos.

Produto 3: Leite em pó integral, instantâneo “baixo teor de lactose”, de outra marca.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 26g (2 colheres de sopa)		
Porção de preparo: 200ml		
Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	131 kcal	7
Carboidratos	11g	4
Glicose	4,2g	**
Galactose	4,2g	**
Lactose	2,1g	**
Proteínas	6,5g	9
Gorduras totais	6,8g	12
Gorduras saturadas	3,9g	18
Gorduras <i>trans</i>	0g	**
Fibra alimentar	0g	0
Sódio	96mg	4
Cálcio	234mg	23
Vitamina A	133 mcg	22
Vitamina D	2,1mcg	42
Ingredientes: Leite integral, emulsificante lecitina de soja (INS 322), enzima lactase e vitaminas A e D. ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE E DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.		

Percebam que o fabricante declara na Tabela de Informação Nutricional que sua porção (equivalente a 26 g = 2 colheres de sopa), se refere à porção para o preparo de 200ml de leite e contém 2,1g de lactose. Logo, em 100ml do produto pronto para o consumo temos 1,05g de lactose. Assim, este produto atende à definição para ser considerado “baixo teor de lactose”. Lembrando que para esta classificação, o produto precisa ter um teor de lactose **maior que 100mg e igual ou menor que 1g em 100g ou ml do produto a ser consumido!**

Agora o típico observador de plantão deve ter notado que ao somar a quantidade de glicose (4,2g), galactose (4,2g) e lactose (2,1g) presente em uma porção (200ml) de leite pronto para o consumo, o valor de carboidratos dá 10,5g e não 11g, conforme consta na Tabela.

“E por que a conta não fecha, o que há de errado?”

Não há nada de errado. A conta que você fez está correta, é 10,5g mesmo. O que acontece é que existe uma Instrução Normativa-IN Nº 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020, da Anvisa, que estabelece as regras para arredondamento de casas decimais. Neste caso, ela diz que para valores maiores ou iguais a 10, se a primeira casa decimal for maior ou igual a 5, deve-se arredondar o número inteiro para cima em 1 unidade, por isso 10,5g “virou” 11g!

Numa rápida busca em um supermercado para demonstrar a diferença de preço entre os produtos 1 e 2, veja só o que encontramos:

Produto 1: Queijo Tipo Cottage “zero lactose”: **R\$ 15,99**

Produto 2: Queijo Tipo Cottage convencional, da mesma marca: **R\$ 10,99**

Os produtos “zero lactose”, por terem esse “feito industrial”, costumam ser bem mais caros que o convencional, da mesma marca.

É importante chamar à atenção que mesmo entre os indivíduos intolerantes à lactose, nem sempre há necessidade de consumir tais produtos. Dependendo do grau de intolerância de uma pessoa, é possível consumir alguns derivados do leite que contenham menor teor de lactose, ou então a pessoa pode ingerir os alimentos convencionais e tomar a enzima lactase, por exemplo. Outra confusão comumente gerada, é que muitas pessoas acreditam que um alimento sem lactose é um produto mais saudável, o que não é verdade, ele apenas dá uma ajuda externa que pode ser útil aos indivíduos que realmente necessitam de dietas com restrição do carboidrato lactose.

“Os produtos “zero lactose” ou “baixo em lactose” não têm menos calorias?”

Não! Os produtos convencionais, isentos ou baixos em lactose têm o MESMO, reforçamos, o MEEESMOO valor calórico! Basta conferir o valor energético referente a 2 colheres de sopa dos produtos 1 e 2 que exemplificamos (queijo tipo cottage, da mesma marca) para perceber que ambos têm 64kcal. Portanto, esse aspecto não impactará no seu peso corporal, já no seu bolso é ouuutra história, né!

Uma curiosidade é que o método de hidrólise enzimática da lactose aumenta o poder de doçura dos alimentos, então pode ser que você ache esses produtos mais doces que os convencionais, mas voltando, as calorias serão as mesmas, ok!

Por fim, preparamos algumas considerações para vocês que podem ser úteis quando estiverem na dúvida sobre adquirir ou não produtos com restrição de lactose:

- Você é, de fato, intolerante à lactose? Isso significa ter sido diagnosticado com tal condição clínica. Lembre-se de que desconfortos gastrointestinais podem ter diferentes causas. Certifique-se primeiro de onde vêm esses sintomas, antes de ir excluindo o consumo de determinados alimentos;
- Se sim, qual o seu grau de intolerância? Talvez você não tolere bem o leite, mas consiga tolerar bem derivados do leite, especialmente os que contêm menor teor de lactose.
- Ainda que uma pessoa seja intolerante à lactose, há realmente necessidade de ela utilizar por completo, ou mesmo parcialmente, produtos isentos ou com baixo teor de lactose? Nesse quesito, vale considerar o custo x benefício que mencionamos anteriormente, afinal, a vida não anda fácil pra ninguém, não é mesmo?

- Há a possibilidade de utilização da enzima lactase quando você consumir alimentos convencionais, ou seja, que contenham lactose? Nesse caso, o profissional Nutricionista poderá te ajudar nessa tomada de decisões!

Viu como é possível incluir a bioquímica em sua lista de compras no supermercado? Aliás, boas compras =)

BIBLIOGRAFIA

ADHIKARI, K. *et al.* Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States. **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 43, n. 1, p. 113-118, Jan. 2010. DOI 10.1016/j.lwt.2009.06.017 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.017>. Acesso: 30 mar. 2020.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa- IN nº 75, de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n., p.113, 08 out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>. Acesso em: 11 abr. de 2021.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 135, de fevereiro de 2017. Altera a Portaria SVS/MS nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 29, p. 44, 8 fev. 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794561/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-135-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794490. Acesso em: 30 mar. de 2020.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 136, de fevereiro de 2017. Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 29, p. 44, 08 fev. 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794620/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-136-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794494. Acesso em: 30 mar. de 2020.

são absorvidas pela corrente sanguínea e depois vão para os pulmões. **5)** A concentração de H₂ é detectada pelo aparelho, a partir de novas medições de ar expirado feitas em diferentes intervalos de tempo, enquanto o paciente é orientado a anotar a presença ou ausência de sintomas. **6)** Caso a concentração de H₂ seja ≥ 20 ppm em relação ao valor basal, o teste é considerado positivo. H₂: Hidrogênio. p.p.m.: partes por milhão.

Fonte: Criado por BioquímicaAtiva, com o uso do BioRender.com.

Conforme explicamos em nosso outro *post*, na condição de Intolerância à Lactose, a lactose não digerida é fermentada no intestino grosso, com consequente produção e liberação de gases, como o Hidrogênio (H₂), Dióxido de Carbono (CO₂) e/ou Metano (CH₄).

As moléculas de H₂ produzidas por bactérias anaeróbias do cólon (uma porção do intestino grosso) são absorvidas pela corrente sanguínea e de lá vão para os pulmões, sendo exaladas pela respiração e detectadas pelo aparelho (Figura 1).

É normal todos nós produzirmos alguma quantidade de H₂ e, por essa razão, o valor basal não é zero! Porém, quando a concentração de H₂ no ar expirado durante o teste for ≥ 20 ppm em relação ao valor basal, deve-se considerar esse teste como positivo, sugerindo, portanto, uma condição de má-absorção da lactose.

Mas veja, ainda há uma forma de incrementar esse teste. Você tem alguma ideia?

A ideia é quantificar, simultaneamente, o **CO₂** no ar expirado, já que esse gás reflete o quanto da lactose **ingerida** para fazer o teste foi de fato, **digerida** pela enzima lactase.

“Como assim? O que o CO₂ tem a ver com a lactose e de onde ele surge?”

As duas perguntas estão intimamente relacionadas. No entanto, por questões didáticas, iremos explicá-las separadamente e depois a juntamos, ok? Vamos lá!

Primeiro, é importante lembrar que o CO₂ não surge do além em nosso organismo, ou até surge, se assim preferir. Nesse caso, esse além vem de um lugar, com **“NOME, SOBRENOME E ENDEREÇO COMPLETO”**. Aqui pegamos como exemplo a glicose (um dos produtos da digestão da lactose).

NOME COMPLETO: OXIDAÇÃO DA GLICOSE
SOBRENOME: AERÓBIA
ENDEREÇO COMPLETO:

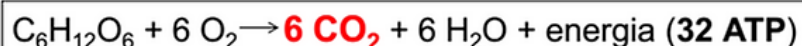


Figura 2: Reação da oxidação da glicose.
 Fonte: BioquímicaAtiva.

Vamos hipotetizar um indivíduo que não tenha Intolerância à Lactose. Nesse caso, a glicose, um dos produtos da digestão da lactose, será absorvida pelo enterócito, liberada na corrente sanguínea e captada pelas células, conforme a necessidade de cada órgão/tecido naquele momento.

No interior da célula - havendo disponibilidade de oxigênio - a glicose pode ser oxidada, que é o mesmo que dizer: “Ops, entrei na via aeróbia de produção de Adenosina Trifosfato (ATP)”. Esse é exatamente um dos pontos-chave da discussão de hoje, pois em algumas etapas dessa via, veremos que há a liberação de Carbonos (C) na forma de CO_2 .

De forma resumida, a glicose - molécula com **6C** em sua estrutura ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) - passa por 10 reações químicas, processo denominado glicólise, tendo como produto final a formação de **duas** moléculas de **piruvato** (cada qual contendo **3C** em sua estrutura), ou seja, **NENHUM C** foi perdido, ele foi apenas “remanejado” na forma de **duas moléculas de 3C**, ao invés de uma única molécula com **6C (glicose)**, conforme ilustrado na Figura 3.

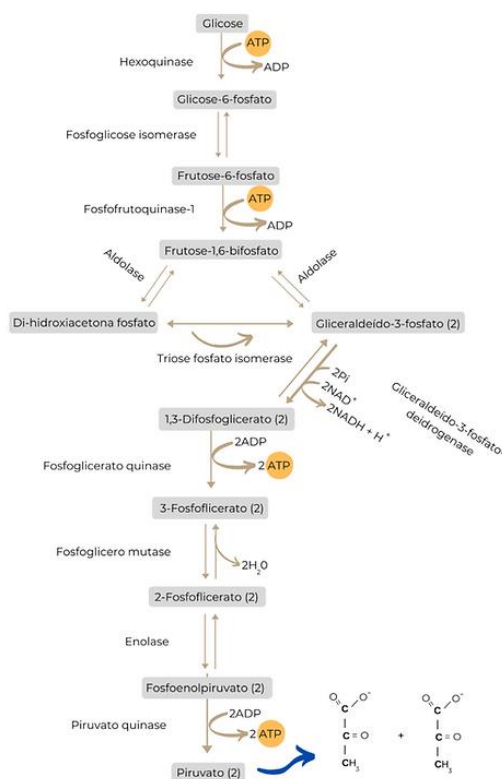


Figura 3: Etapas da glicólise e a molécula de piruvato, contendo três carbonos em sua estrutura. (2): refere-se à uma produção duplicada.

Fonte: BioquímicaAtiva.

Prosseguindo, as **duas** moléculas de **piruvato** (na presença de oxigênio) são convertidas em **duas** moléculas de **Acetil-coenzimaA** (Acetil-CoA). Reparem no **número de C** (em negrito) dessas duas estruturas (Figura 4):

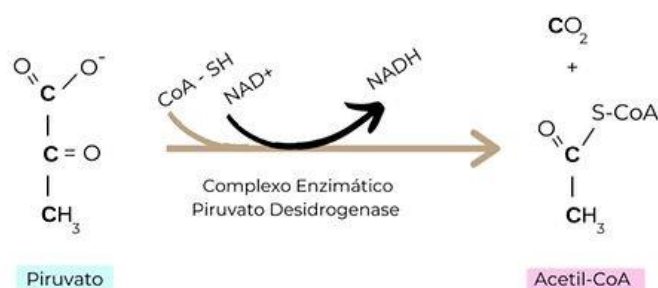


Figura 4. Formação de acetil-coA a partir do piruvato. Fonte: BioquímicaAtiva.

Percebem que o **piruvato** contém **3C**, ao passo que o **acetil-CoA** tem apenas **2C**? Isso significa que **1C da molécula de piruvato** foi liberado na forma de **uma molécula de CO₂**, mas como formamos **dois piruvatos**, serão formados **dois CO₂**! Deixe esse número aí anotado em sua calculadora bioquímica!



Figura 5. Calculadora bioquímica. Fonte: BioquímicaAtiva.

A seguir, **cada molécula** de **Acetil-CoA** entra no famoso Ciclo de Krebs (CK) e **a cada volta** dada no CK, são liberados **2C** na forma de **CO₂**, como vocês podem ver abaixo:

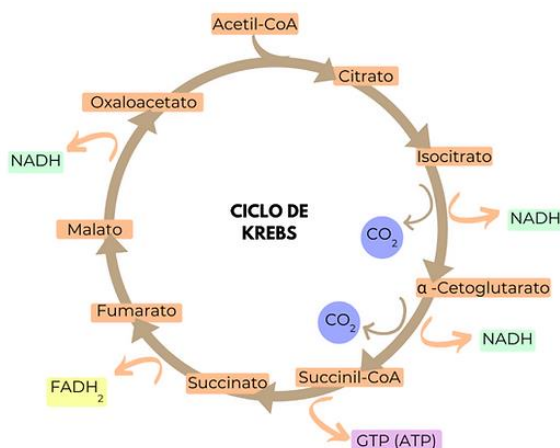


Figura 6. Ciclo de Krebs.
Fonte: BioquímicaAtiva.

Assim, **somamos** à nossa calculadora bioquímica (Figura 7) mais **dois CO₂**. Ops! Dois não, **quatro CO₂**! Afinal, são dadas **duas voltas** no CK, uma para cada Acetil-CoA. Assim, na oxidação completa da glicose, produzimos **6 CO₂**, além de H₂O e energia para ressintetizar ATP.



Figura 7. Calculadora bioquímica.
Fonte: BioquímicaAtiva.

“E como essas informações se relacionam com o teste para diagnóstico de Intolerância à Lactose?”

Veja, se a lactose ingerida (em quantidade conhecida, de 25g) está sendo **adequadamente** digerida, haverá uma quantidade esperada de glicose liberada na circulação para, posteriormente, ser captada pelas células e metabolizada, com consequente produção de CO₂ em quantidade relativa à quantia de glicose que está sendo oxidada. Em seguida, o CO₂ será eliminado do nosso organismo pelo sistema respiratório.

No entanto, se o indivíduo tem Intolerância à Lactose, não conseguirá digerir toda a lactose ingerida e, portanto, apenas uma porção dela será degradada no intestino delgado e seguirá o caminho bioquímico explicado acima, concordam? Dessa forma, teremos uma quantidade **menor** de CO₂ produzido pela metabolização da glicose que veio da lactose digerida. Logo, teremos também um **menor** valor de CO₂ quantificado no ar expirado, se comparado a uma condição de tolerância à lactose. Por essa razão, podemos ter uma ideia sobre a digestão da lactose, mensurando o CO₂ na expiração.

Porém, para que esse tipo de teste seja confiável, é necessário que o indivíduo tome uma **lactose marcada em seu carbono¹³**, que serve como um traçador. Isso permite ao profissional saber que **todo** CO₂ expirado que tiver o **C marcado (13CO₂)** veio **obrigatoriamente** da **lactose ingerida** e não da oxidação de algum outro substrato ou até mesmo de outra glicose que poderia estar disponível dentro da célula, e que o corpo tenha metabolizado simultaneamente durante o teste, pois nesse caso, apesar de também haver produção de CO₂, esse **não** terá o seu **C marcado**.

Assim, esse **C marcado** que foi expirado na **forma de CO₂** é o **mesmo C** que fazia parte da molécula de lactose que o indivíduo ingeriu ao iniciar o teste, e que agora está incorporado na forma de **CO₂**, mas o **C** é o **MESMO**! Portanto, uma vez marcado, ficará “eternamente” marcado, até que os seus pulmões o exalem!

Cabe ressaltar que por ser de alto custo, esse teste é menos utilizado na prática clínica, quando comparado ao Teste de Tolerância à Lactose, realizado pela curva glicêmica.

Vamos finalizando por aqui, afinal, foi um dia de overdose de bioquímica na clínica, não é mesmo? É assim que nós, do BioquímicaAtiva a compreendemos e esperamos que você também!

Até breve!

BIBLIOGRAFIA

DENG, Y. *et al.* Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. **Nutrients**, Basel, v. 7, n. 9, p. 8020-8035, Sept. 2015. DOI 10.3390/nu7095380. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/7/9/5380>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MISSELWITZ, B. *et al.* Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. **Gut**, London, v. 68, n. 11, p. 2080-2091, Aug. 2019. DOI 10.1136/gutjnl-2019-318404. Disponível em: <https://gut.bmj.com/content/68/11/2080>. Acesso em: 30 mar. 2020.

NEWCOMER, A. D. *et al.* Prospective comparison of indirect methods for detecting lactase deficiency. **N Engl J Med**, Boston, v. 293, n. 24, p. 1232-6, Dec. 1975. DOI 10.1056/NEJM197512112932405. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/nejm197512112932405>. Acesso em: 30 mar. 2020.

REZAIE, A. *et al.* Hydrogen and Methane-Based Breath Testing in Gastrointestinal Disorders: The North American Consensus. **Am J Gastroenterol**, New York, v. 112, n. 5, p. 775-784, May. 2017. DOI 10.1038/ajg.2017.46. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ajg.2017.46>. Acesso em: 15 jul. 2020.

APÊNDICE 8 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog BioquímicaAtiva*

Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?

Autores: Wallace Pinheiro Vieira Gomes e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Revisitando nossa infância, provavelmente repleta de quedas, nos lembramos do quanto aprender a andar de bicicleta pode ser difícil inicialmente. Seguindo esse ciclo do aprendizado, crescemos e começamos a frequentar a escola até que, num dado momento, o professor de Ciências ou Biologia nos deve ter dito que a vida passa por diferentes ciclos - seres humanos nascem, crescem, envelhecem e morrem.

E assim, cada um de nós, foi prosseguindo em sua jornada escolar de série em série, chegando a um novo ciclo, nomeado Ciclo de Krebs (CK) ou ciclo do ácido cítrico ou, ainda, ciclo do ácido tricarboxílico, a escolha vai ao gosto do freguês. Ainda que seu formato circular comumente representado nos livros remeta às rodas de nossa querida e velha bicicletinha, para alguns, fica a impressão de que nunca aprenderemos a usar essa roda bioquímica ou, pior ainda, que ela parece nem girar, nos levando a lugar nenhum.

Mas, será mesmo? E o que esse papo tem a ver com a história de hoje?

Diria que tem tudo a ver. As nossas células, juntamente com os demais constituintes corporais, possibilitam que eu, você e todos os outros seres humanos façamos coisas magníficas, desde um “simples” falar até dar golpes de karaokê que o jovem Daniel-san aprendeu a executar com o mestre Miyagi, mas que só são possíveis de realizar se as alimentarmos, afinal de contas, nossa vida aqui fora acontece graças à vida existente dentro das nossas trilhões de bolinhas, nomeadas células.

Assim como o dinheiro nos permite participar de certas atividades, o nosso corpo precisa de “moeda” para realizar numerosos processos fisiológicos. Essa moeda energética, denominada Adenosina Trifosfato (ATP), quando degradada, libera energia, que é parcialmente utilizada para a realização de trabalho, como correr, escrever, fazer almoço, bem como atividades que não vemos, mas que estão acontecendo a todo instante dentro do nosso corpo e que dependem de energia, como o transporte e secreção de diversos íons e substâncias, por exemplo.

E de onde vem esse ATP?

O primeiro ponto para refletirmos no quesito moeda, é que o ATP funciona de maneira semelhante ao dinheiro. De forma geral, precisamos trabalhar constantemente para ter dinheiro no bolso, evitando, assim, que ele se esvazie. O ATP funciona nessa mesma perspectiva. A nossa reserva corporal de ATP é muito limitada, suficiente para nos abastecer por um tempo muito curto, por isso precisamos ressintetizá-la a todo momento, caso contrário, corremos o risco de ficar, literalmente, esgotados e sem energia.

Assim como nos sentimos cheios de energia quando andamos em nossa bicicletinha, a nossa roda da marca CK proporciona um ambiente favorável para a ressíntese de ATP, pois enquanto ela gira, acontecem reações químicas que “preparam o terreno” para a subsequente ressíntese de ATP pela cadeia de transporte de elétrons e fosforilação oxidativa, sendo o oxigênio o aceptor final de elétrons.

Resultado? Energia, que inclusive pode ser utilizada pelos seus músculos da perna, por exemplo, permitindo você girar as rodas de sua velha bicicletinha. Quando o combustível energético que faz a roda CK girar e depois ressintetizar ATP é a glicose, chamamos essa via de glicólise **aeróbia**, pois depende de oxigênio. Nessa via, a glicose é metabolizada - por meio de 10 reações - em duas moléculas de piruvato, que depois são convertidas em duas moléculas de Acetil-coenzima A (Acetil-CoA), a porta de entrada para a roda CK girar. Também é possível que outros combustíveis - como lipídeos e aminoácidos - abasteçam a roda CK, mas o foco do texto de hoje está na glicose.

Curiosamente, do mesmo modo que as coisas que compramos costumam vir com manual de instrução, como é o caso dos equipamentos de segurança para andar na nossa bicicletinha, a roda da marca CK também tem o seu próprio manual! Por exemplo, ela não gira em qualquer lugar da célula, da mesma forma que você não coloca as rodas da sua bicicleta para andar em qualquer lugar, não é mesmo? Há locais apropriados para ambas girarem. No caso específico das rodas CK, esse ambiente é a mitocôndria, mais precisamente a matriz mitocondrial, que “coincidentemente” é o mesmo local onde ocorre a ressíntese do ATP.

Agora, vejam que interessante:

Mesmo em células dotadas de mitocôndrias, há condições em que a disponibilidade de oxigênio fica limitada em relação às suas demandas, o que não significa de forma alguma que elas não precisem de energia. Isso pode acontecer tanto em situações fisiológicas, a exemplo dos primeiros dias de exercícios físicos realizados em alta altitude, exercícios de alta intensidade e curta duração como musculação, natação de 200m e corrida de 400m, bem como em condições patológicas. Por exemplo, doenças que comprometem o sistema respiratório, crucial para captar oxigênio do ar atmosférico e levar até o sangue e eliminar dióxido de carbono do mesmo, após ser produzido pelo metabolismo, condições que comprometem a perfusão tecidual e, portanto, a entrega de oxigênio às células teciduais, entre outras condições clínicas.

E então, o que fazer para as células não morrerem de fome?

Assim como buscamos novas fontes de renda quando estamos descapitalizados e o dinheiro precisa chegar no fim do mês, essas células buscam preferencialmente uma via alternativa para obter sua moeda de cada dia – o ATP – e assim continuar suas atividades e, por tabela, nos possibilitar seguir com as nossas aqui fora.

Então, que via seria essa? A via da glicólise **anaeróbia**, na qual a glicose continua sendo degradada em duas moléculas de piruvato, mas como agora a quantidade de

oxigênio é limitante, o piruvato segue outro caminho, sendo convertido em lactato, com a concomitante produção de duas moléculas de ATP. O famoso lactato das academias.

Isso significa que há momentos que precisamos deixar nossa bicicletinha de lado?

Exatamente. Mas veja: isso não quer dizer que todas as células do seu corpo estarão com a bicicleta parada. A roda CK estará sem girar num dado momento apenas nas células que estiverem privadas de oxigênio. Pode ser que em células de outros tecidos, a bicicleta continue girando, entende?

Agora, uma curiosidade:

Você sabia que há células em nosso corpo que não têm o privilégio de usar e abusar do oxigênio? São as células que não sabem o que é andar de bicicleta, sejam elas recém-nascidas, juvenis, adultas ou velhas. Elas nascem e morrem sem ter essa experiência. Mas tudo bem, não precisamos dar conta de tudo, não é mesmo?

A essa altura do campeonato talvez você queira saber quem são as artilheiras que fazem gol sem oxigênio. Elas não são desconhecidas, apenas não têm mitocôndrias e estão passeando em seu sangue na forma de glóbulos vermelhos (ou hemácias). Outras partes do nosso corpo como o cristalino e algumas áreas da retina dos nossos olhos, também são muito dependentes da glicólise anaeróbia para produção de ATP.

Se você passou a vida toda acreditando que todas as suas células possuíam mitocôndrias, deveria ter escutado mais a sua mãe quando ela repetia o bordão: “Você não é todo mundo!”. Mas isso não tira de forma alguma o brilho que elas nos proporcionam. Vamos pegar as hemácias como exemplo, as diferentes. Digo diferentes pelo fato de naturalmente não possuírem mitocôndrias, mas também por serem de uma bondade sem precedentes. Elas mesmas não sabem girar a roda CK, devido à ausência de mitocôndrias em seu interior e é apenas esse o espaço celular permitido e adequado para a roda girar, lembram? Justamente por isso elas nem têm o aparato necessário dessa bicicleta (a exemplo das enzimas que compõem essa roda), o que faz muito sentido, caso contrário, seria um verdadeiro desperdício ter algo que nunca vai usar. Mas nem por isso essas células deixam de servir ao próximo.

Olha que exemplo a ser seguido: mesmo não resintetizando ATP de forma aeróbia, ou seja, com uso de oxigênio, as hemácias servem às células dos diferentes tecidos com oxigênio, o que passa a impressão de não haver mágoa, ressentimento ou qualquer tipo de revolta por parte delas por não saberem produzir energia dessa forma. Muito pelo contrário, elas pegam esse oxigênio que você capta do ar e simplesmente doam para quem sabe usá-lo. Que bonito, não?

E então, como elas se mantêm vivas?

Literalmente usufruindo em total dependência da glicólise anaeróbia. Por conta disso, o único substrato energético que elas sabem usar para se sustentar do ponto de vista

energético é o carboidrato (glicose). Nessa via, a enzima Lactato Desidrogenase converte o piruvato em lactato, processo que ocorre no citoplasma.

Assim, até mesmo quando você está parado ou dormindo, o seu corpo produz lactato, e mesmo que você voluntariamente escolha parar e ficar de pernas para o ar, as suas células continuarão trabalhando por você. Meu caro ou minha cara, a vida acontece esteja você parado ou se mexendo! É exatamente por essa razão que o nosso lactato sanguíneo não será zero e está tudo certo! Os valores fisiológicos são baixos e não te trarão prejuízo algum.

Um conselho? Acredite em Paracelso quando ele diz que “a diferença entre o remédio e o veneno é a dose”. Aprecie a perfeição do seu corpo ao produzir uma pequena quantidade de lactato mesmo você estando em repouso. Aprecie o fato dessa via servir de sustento para suas hemáceas. Acredite quando nos dizem que ser diferente é ser normal e, por fim, rola pedir para acreditarem no BioquímicoAtiva quando dizemos que o Ciclo de Krebs é uma roda pra lá de divertida?

Voltando a falar em rodas, que tal usar as rodas CK da sua bicicletinha e sair por aí andando? Na verdade, você já faz isso, mas só não se deu conta ainda. Boa pedalada:)

BIBLIOGRAFIA

HARRIS, R. A. Metabolismo de Carboidratos I: Principais Vias Metabólicas e Seu Controle. In: DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. Tradução: MICHELACCI, Y. M. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2011. cap. 15, p. 611-666.

SMITH, T. E. Biologia Molecular da Célula. In: DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. Tradução: MICHELACCI, Y. M. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2011. cap. 23, p. 962-1026.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015, 1162p.

APÊNDICE 9 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog BioquímicaAtiva*

Quais condições a vitamina B12 pode registrar BO?

Autor: Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Nutri: Olá! Sou a Tatienne e como nutricionista gostaria de compartilhar um Boletim de Ocorrência (BO) que acabou de chegar. É sobre a Vitamina Cobalamina, mais conhecida como B12. Esse caso super intrigante teve o registro de uma galera (diferentes órgãos) e um ser “externo”, o Alfredo, proprietário desses órgãos. Deem uma conferida nessa conversa:

Boca: Olá, querido Alfredo, não esquece de me servir B12, hein!

Alfredo: Fique tranquila, acabei de acordar. Só vou escovar os dentes e logo te envio leite e ovo. Perto do almoço mandarei uns pedaços de carne também. Enfim, não se preocupe que no decorrer do dia te abasteço com B12. E sim, não precisa me lembrar novamente que ela vem especialmente pelo consumo de alimentos de origem animal!

Boca: Perfeito! Você me ajudando, faremos o possível para manter os níveis sanguíneos de B12 dentro da normalidade. Bom, com tudo sob controle, podemos seguir adiante pelo Trato Gastrointestinal (TGI). Ah, aliás, ia me esquecendo de algo importante: a B12 fica insegura demais de escorregar pelo tubo do esôfago sozinha. Todo santo dia ela vem falar comigo sobre isso e acabo sempre a enviando com a proteína da dieta que você, Alfredo, ingere (Figura 1). Vamos unir o útil ao agradável, né! Vai tudo numa tacada só.

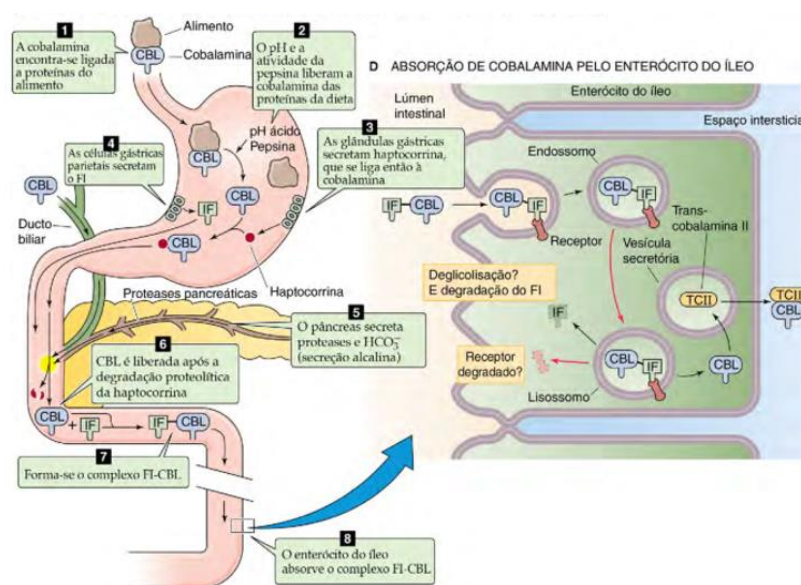


Figura 1. Mecanismo de absorção intestinal e transporte da Vitamina B12 (Cobalamina). IF: Fator Intrínseco; CBL: Cobalamina. TCII: transcobalamina II.

Fonte: BINDER; REUBEN., 2015.

Esôfago: Pessoal, por aqui sigo monitorando. Tudo tranquilo. Elas (proteína e B12 alimentar) estão escorregando sem se machucar. Há muco suficiente aqui para o deslizamento, sem agredir a minha mucosa. A B12 está bem presa à proteína e logo o complexo deve chegar no estômago.

Estômago: Eii, aqui está um caos! Imagino que aí fora as coisas estejam bem difíceis né, Alfredo? Acho que você anda muito estressado hein! Tenho sentido o reflexo disso por aqui. Tem chegado com muita frequência algo "estranho" que tem dificultado uma parte do meu serviço.

Esses dias, como você estava com um tom de voz mais alto, consegui te escutar dizendo a alguém (parecia ser sua mãe), que está tomando um medicamento, como é mesmo o nome... hum... não me recordo... ahhh, sim, lembrei! Inibidores da bomba de prótons para diminuir a acidez excessiva aqui no estômago. Ouço vocês chamando também de antiácidos. Não entendo bem como isso funciona, só sei que sob ação desses remédios, minha produção de ácido clorídrico (HCL) diminui drasticamente. Alfredo, quem está dizendo isso é o pessoal do departamento do corpo gástrico (Figura 2), localizado na sala chamada células parietais. Lá estão as meninas responsáveis por essa produção que, por sinal, são muito eficientes.

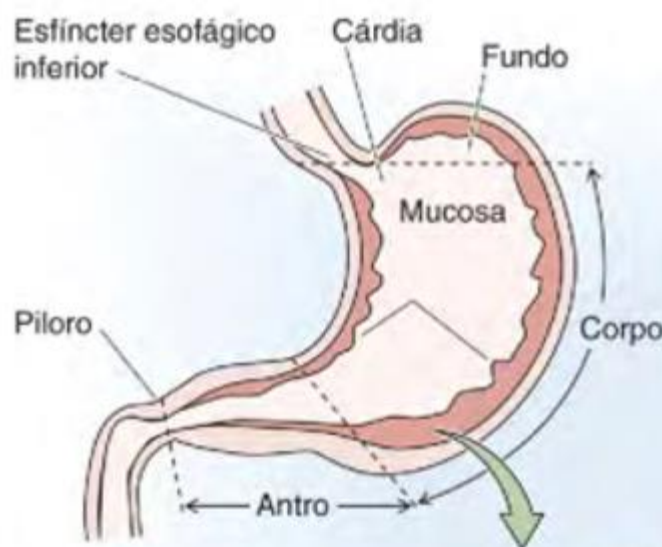


Figura 2. Anatomia do estômago.
Fonte: BINDER, 2015.

Olha Alfredo, eu até entendo que você esteja estressado e por conta disso acabo ficando mais ácido junto contigo. A minha acidez excessiva causa dor em você, mas é importante que você saiba que o meu ambiente é, por natureza, ácido. O pessoal aqui trabalha de forma eficiente com acidez (pH) abaixo de 2. Acontece que seu estresse deixa as meninas parietais malucas e elas acabam ficando mais ácidas do que normalmente são. Isso inclusive pode começar a nos corroer. Entendo que para evitar essa tragédia gástrica, você vive tomando esses "troços", mas isso nos gera um tremendo efeito colateral: reduzimos muito a produção de HCL, daí fica complicado trabalhar num pH pouco acidificado (hipocloridria). Pode até ser que a sua dor

melhore, mas você não faz ideia da dor de cabeça (cabeça, desculpa aí expressão, é apenas modo de falar) que você me dá. Não sei se já te contaram essa história, então vou te explicar o problema que me causa ao fazer isso:

Quando você ingere alimentos de origem animal, a B12 segue sua trajetória pelo TGI, passando pelo escorregador esofageano ligada às proteínas também vindas da dieta, até que essa dupla chega no estômago. Lá, devido ao baixo pH (por conta da produção de HCL), a enzima pepsinogênio é convertida em sua forma ativa (pepsina) e esses dois aspectos fazem a B12 se desprender das proteínas alimentares e se ligar imediatamente em outra proteína, a haptocorrina, também chamada proteína-R, que é produzida pelas glândulas salivares e gástricas (Figura 1).

A acidez fisiológica do seu estômago garante essa alta afinidade entre B12-haptocorrina e é exatamente desta forma que a B12 chega ao intestino (duodeno). Lá, a haptocorrina é degradada por proteases pancreáticas (enzimas que são produzidas pelo pâncreas e liberadas no intestino para digestão), deixando a B12 viúva. No entanto, agora num ambiente alcalino que é o intestino delgado, ela ganha um novo pretendente - o Fator Intrínseco (FI) - proteína produzida pelas células parietais, mas que desce para o intestino para trabalhar. A afinidade é tal que eles passam a se juntar. Por ser valentão, o FI é muito resistente à degradação pelas enzimas pancreáticas, literalmente protegendo sua amada de ser degradada. Isso possibilita a união do casal, mas não se engane, ela não é eterna.

Assim, os dois (B12-FI) - na forma de um complexo – são reconhecidos por um receptor específico presente na membrana das células epiteliais do íleo terminal (porção final do intestino delgado). É dessa forma que ao menos 60% da B12 oral é absorvida. No interior da célula intestinal, B12 e FI se separam: o FI é degradado pelos lisossomos e a B12 se liga a um de seus transportadores (transcobalamina I, II ou III) para sair do enterócito e entrar na circulação portal. Mais uma vez: B12 não curte ser solteira. Ela trabalha bem quando acompanhada. Se estiver na forma livre, ela não é reconhecida por seu receptor, logo, não é absorvida.

Tais processos fisiológicos acontecem na ausência do uso de antiácidos. Porém, ao utilizar esses medicamentos, o pH estomacal aumenta, ou seja, se torna menos ácido e isso deixa a enzima pepsina preguiçosa. Aí não trabalha direito de tão sonolenta que fica, até a chamamos de pepsinogênio. Percebe que a consequência dessa baixa acidez, compromete toda a cadeia?

Se ainda ficar alguma dúvida, vi em sua prateleira o livro de Fisiologia Médica, do Boron e Boulpaep. Caso queira entender melhor, é só abrir no capítulo 45.

Intestino: O estômago vem me dizendo que anda com problemas na produção de HCL. Além de eu não conseguir resolver seu problema, isso tem impactado o meu trabalho de absorver adequadamente a B12. Sei que o sangue vai reclamar, mas infelizmente chegará menos B12 por lá.

Sangue: Socoorrrroooo! Estamos com falta de B12 por aqui! Eu não sei de onde essa deficiência surgiu, mas deem uma verificada nos diversos setores do TGI, até mesmo

se o Alfredo está oferecendo quantidades adequadas de B12 para a boca. Vejam se é possível melhorar o sistema operacional, por favor. Depois o Alfredo fará exame de sangue e a culpa virá toda pra cima de mim. É sempre assim. Inclusive estou sentido neste exato momento uma picada, estão retirando um pouquinho de mim para dosar um exame chamado homocisteína. Já vou logo avisando que é possível que esteja aumentada, viu?

Quer mais? Tem outro detalhe. Às vezes eles me avisam que vão dosar a cobalamina sérica no soro, mas essa é a fração total, e apenas uma fração dela é ativa (transcobalamina II, também conhecida como holotranscobalamina ou holo-Tc). Portanto, se puderem, avise o pessoal lá fora para ter cautela ao interpretar o resultado da fração total, pois pode haver deficiência real de B12 no interior das células, mas que se mostra mascarada neste exame. Se preferirem, cedo a holo-Tc para vocês dosarem, ou seja, a forma ideal. Mas entendo também que o dinheiro anda escasso e este é um exame mais caro. Nesse caso, continuem com a dosagem da fração total, mas mantenham-se atentos se o paciente não é considerado de risco para deficiência de B12 e se associado à isso, ele também apresenta sinais e sintomas.

Boca: Pessoal, fizemos um *chec-kup* por aqui. Alfredo me forneceu B12 em quantidades adequadas. O problema vem de outro setor do TGI.

Estômago: O problema vem daqui, pessoal, me desculpem. Estou sob efeito de remédios que me deixam com pouca acidez e isso prejudica a separação da B12-proteína alimentar e a subsequente formação do complexo B12-haptocorrina. A causa está saindo daqui.

Alfredo: Nossa, pessoal, é sério que estou causando todo esse transtorno a vocês? Desculpem, estou com pepino demais pra resolver aqui fora e direto perco a cabeça, mas entendo que, no fim das contas, estou gerando um estresse danado pra vocês que trabalham dia e noite por mim. Vou cuidar melhor desse meu estresse, daí quem sabe o médico dispensa o uso desses medicamentos.

Sangue: Alfredo, seu resultado de homocisteína saiu e como previa, está elevada. Te conhecendo, eu suspeito que seja pela deficiência de B12 vinda do uso frequente de antiácidos. De qualquer modo, sugiro que converse com o seu médico e nutricionista para investigar o que de fato está acontecendo, pois já tive experiência de ter pouca homocisteína circulando por aqui em razão de outros problemas, como falta de folato ou B6. Se puder, marque as consultas e se cuide. Abraços e até a próxima picada de agulha!

Nutri: Pessoal, essa foi apenas uma parte da longa conversa que rolou na delegacia, mas só consegui acompanhar até aqui, pois tinha um paciente para atender. Achei importante relatar esse caso, para demonstrar que apenas o consumo alimentar adequado de B12 em si não garante que você não esteja com deficiência, uma vez que dependemos também do funcionamento adequado de outros processos fisiológicos para a manutenção da B12 nos níveis de normalidade. Neste BO, notamos que o problema estava relacionado à má-absorção da B12 alimentar, por conta do uso

de antiácidos. Para vocês terem ideia, soube de B12 registrando BO devido à cirurgia bariátrica do tipo *bypass* gástrico em y de *roux*, dieta vegetariana, ressecção (remoção cirúrgica) ileal do intestino, entre outras causas. São vários os relatos.

Por fim, já que hoje o assunto é sobre registro, não custa registrar que: a) deve-se evitar a auto-prescrição medicamentosa e frequentemente feita de forma indiscriminada; b) algumas pessoas realmente precisam fazer uso de antiácidos e a decisão por prescrevê-los ou não é de competência médica; d) o estresse crônico e excessivo pode gerar vários BOs em sua saúde.

Até mais!

BIBLIOGRAFIA

ANDRÈS, E.; LOUKILI, N.H.; NOEL, E. et al. Vitamin B12 (cobalamin) deficiency in elderly patient. **CMAJ**, v. 171, n. 3, p. 251-259, 2004. DOI 10.1503/cmaj.1031155.

Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15289425/#:~:text=Vitamin%20B12%20or%20cobalamin%20deficiency,a%20neuropsychiatric%20and%20hematological%20perspective>. Acesso em: 04 mai. 2021.

BINDER, H. J. Função Gástrica. *In*: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 42, p. 895-911.

BINDER, H. J.; REUBEN, A. Digestão e Absorção de Nutrientes. *In*: BORON, W. F.; BOULPAEP, E. L. **Fisiologia Médica**. Tradução: Daniella do Carmo [et al]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 45, p. 949-979.

DALI-YOUCCEF, N.; ANDRÈS, E. A. An update on cobalamin deficiency in adults. **Q J Med**, v.102, n. 1, p. 17-28, 2009. DOI 10.1093/qjmed/hcn138. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18990719/>. Acesso em: 29 abr. 2021.

MAFRA, D.; PINTO, M. B. S.; CARDOSO, B. R. Vitamina B12 (cobalamina). *In*: COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição nas Diferentes Fases da Vida, na Saúde e na Doença**. 1. ed. Barueri: Manole, 2013. cap. 26, p. 509-520.

APÊNDICE 10 – Texto na aba “Você Sabia?”, do *Blog BioquímicaAtiva*

Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?

Autoras: Valéria Araújo Porto e Tatienne Neder Figueira da Costa

Revisão e edição jornalística: Ana Daisy Zagallo e Adriana Tigre Lacerda Nilo

Oi, tudo bem, como tem passado?

Por aqui está tudo certo! Estudando bastante e sempre ouvindo uma música para me inspirar!

Por falar em inspiração, estava pensando cá com os meus botões sobre como o funcionamento do corpo humano é incrível. Lembrei-me das várias camadas da pele e dos batimentos cardíacos. Que perfeição as batidas do coração! Também me veio à mente o alimento “deslizando” pelo esôfago, passando pelo estômago e “estacionando” no intestino, onde se finaliza a digestão de vários nutrientes para, em seguida, estes serem absorvidos. Como “formiguinha” que sou, já fui logo pensando em um alimento rico em carboidratos, naquele pão quentinho no café da manhã, recém saído do forno, ou quem sabe do arroz soltinho da minha vó ou de seus biscoitinhos irresistíveis. Ainda que sejam alimentos diferentes, na hora de absorvermos, entram em jogo basicamente três tipos de “carbo”: glicose, frutose e/ou galactose, ou seja, a natureza não fica inventando moda, diferente de nós aqui fora, que queremos modinhas e temos receita nova de pão, massas, doces e afins, a todo tempo.

Considerando que a glicose é o “carbo” central do nosso metabolismo, é nela que focaremos hoje. Assim, após ser absorvida pelo enterócito em resposta a uma refeição, sua concentração no sangue (glicemia) aumenta, sendo esse o principal “sensor” nutricional para o nosso querido pâncreas secretar o hormônio insulina.

E o que a insulina faz com a glicose circulante?

Se você respondeu “Coloca a glicose para dentro da célula”, sinto muito lhe informar, mas esse hormônio, apesar de muito bonitinho, não tem essa função ha ha. Mas não se sinta constrangido, pois esse tipo de resposta é muito comum entre os alunos. Nós vamos explicar esse “mal entendido” para que da próxima vez você arrase na resposta!

Para ficar mais fácil, imagine uma “creche fisiológica” onde a célula seja a creche em si, o citoplasma fosse o ambiente interno da creche, a insulina seria a mãe, que em nosso exemplo, estaria dentro de um carro (ou qualquer outro meio de transporte) com destino a creche, ops, à célula, a vaga para a mãe estacionar seria o receptor de insulina, seu filhinho seria a glicose e a titia da creche, o transportador de glicose (GLUT).

Para que seu “pequerrucho” entre na creche, é preciso que sua mãe vá até a creche e estacione o carro no local indicado, ou seja, na vaga apropriada para àquele carro. Depois de a mãe estacionar na vaga (complexo receptor-insulina), a buzina chamada

“sinalização intracelular” é acionada e isso faz com que a titia, que até então estava no interior da creche se desloque (processo denominado translocação do GLUT) até o “portão” (membrana plasmática), permitindo, então, que a criança entre. Ou seja, **SEM** a mãe, a criança não entraria, mas **NÃO** é ela quem, de fato, coloca o seu filho para dentro da creche e sim, a titia, isso é, o GLUT.

Lembrando que para a criança ir embora, também precisa da titia. Nesse sentido, os GLUTs são responsáveis pelo transporte bidirecional da glicose através da membrana plasmática, direcionado-a a favor do seu gradiente de concentração.

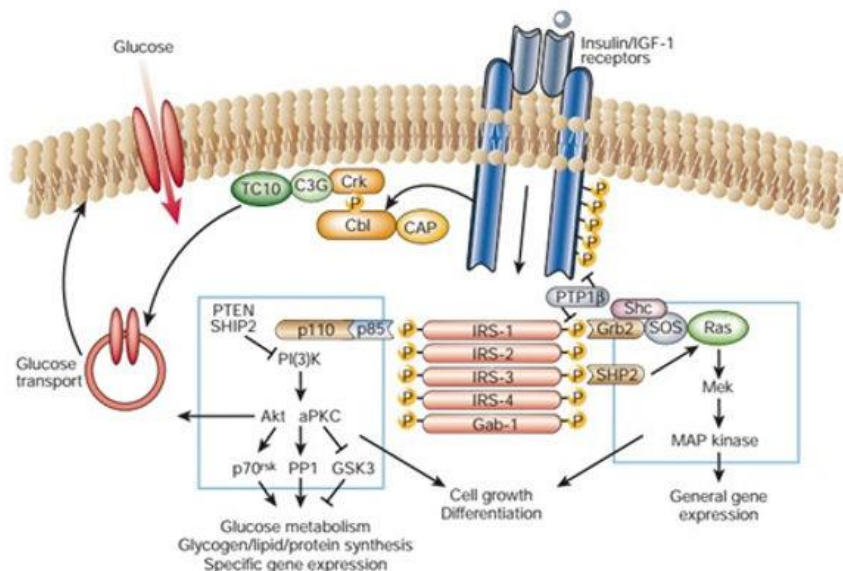


Figura 1. Translocação do GLUT-4 para a membrana devido à ativação da cascata de sinalização.
Fonte: Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism, 2001.

“E por que a criança precisa da titia para entrar na creche?”

Oras, porque ela é muito pititica e, assim, tem dificuldades de andar com as próprias pernas, precisando de ajuda. No caso da glicose, por ser uma molécula hidrofílica, não consegue atravessar a bicamada lipídica da membrana plasmática da célula, portanto, precisa de transportador específico que permita a sua passagem pela membrana. Esses transportadores de glicose são chamados GLUTs e, conforme o tecido por onde são expressos, recebem um “sobrenome próprio” (número específico). Por exemplo, GLUT2, GLUT4, GLUT5 e por aí.

É importante ressaltar que para alguns tecidos, a exemplo do fígado, a entrada de glicose, embora também seja mediada pelo GLUT (nesse caso, o GLUT-2), independe da insulina. Se parar para pensar, não é muito diferente do que acontece aqui fora, já que há filhos e filhas, né?!

Nossa principal intenção com esse texto não é subestimar de forma alguma o papel da insulina, até porque, condições clínicas de deficiência, ausência e/ou resistência à insulina, podem causar diversas alterações no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos. O que exemplificamos aqui foi um dos vários efeitos biológicos desse importante hormônio.

Então, para ver se ficou bem entendido, quem é mesmo que coloca a glicose para dentro da célula?

Bom, vou ficando por aqui, aproveitando minha música para relaxar, enquanto penso um bocadinho a mais nos incríveis mecanismos do nosso corpo.

See you later, porque a música é internacional! :)

BIBLIOGRAFIA

BUENO, A. A. *et al.* Pâncreas Endócrino. *In*: RIBEIRO, E. B. (org.). **Fisiologia Endócrina**. Barueri: Manole, 2012. cap. 5, p. 105-126.

JÚNIOR, R. M. M.; CHAVES, M. P.; FERNANDES, V. O. Fisiologia Pancreática: Pâncreas Endócrino. *In*: ORIÁ, R. B.; BRITO, G. A. C. (org.). **Sistema Digestório: Integração Básico-Clínica**. São Paulo: Blucher, 2016. cap. 20, p. 523-573.

SALTIEL, A. R.; KAHN, C. R. Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. **Nature**, v. 414, n.13, p. 799-806, dec. 2001. DOI 10.1038/414799a. Acesso em: 15. jul. 2021.

ANEXOS

ANEXO I – Questionário de Avaliação da aplicabilidade do *blog* BioquímicaAtiva

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Inicialmente, será feito um convite geral por e-mail, via coordenação dos cursos de graduação:

“Olá. Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“Avaliação da aplicabilidade de um *blog* educativo de bioquímica: uma aproximação entre teoria e prática profissional”** e, que está sendo desenvolvida em virtude da dificuldade comumente reportada por acadêmicos de graduação em relacionar as reações químicas e suas estruturas com sua prática profissional. Nesse sentido, a utilização de estratégias educacionais complementares que abordem conteúdos bioquímicos de uma maneira mais aplicável, lúdica e palatável pode ser interessante. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a eficácia de conteúdos bioquímicos elaborados e disponibilizados em um *blog* educativo nomeado BioquímicaAtiva no processo de ensino-aprendizagem. A avaliação será feita mediante o preenchimento de um formulário online, contendo perguntas objetivas. Caso você tenha interesse em participar dessa pesquisa, segue o link de acesso ao formulário, bem como o link de acesso ao *blog* (www.bioquimicativa.com.br).”

Obrigada!

Termo de consentimento Livre e Esclarecido ao início, antes de vir as questões do formulário:

“Olá. Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“Avaliação da aplicabilidade de um *blog* educativo de bioquímica: uma aproximação entre teoria e prática profissional”** e, que está sendo desenvolvida em virtude da dificuldade comumente reportada por acadêmicos de graduação em relacionar as reações químicas e suas estruturas com a prática profissional. Nesse sentido, a utilização de estratégias educacionais complementares que abordem conteúdos bioquímicos de uma maneira mais aplicável, lúdica e palatável pode ser interessante. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a eficácia de conteúdos bioquímicos elaborados e disponibilizados em um *blog* educativo nomeado BioquímicaAtiva no processo de ensino-aprendizagem. A avaliação dos materiais será feita mediante o

preenchimento do formulário abaixo, contendo perguntas objetivas referentes aos textos contidos no *blog* BioquímicaAtiva, que pode ser acessado clicando aqui (www.bioquimicativa.com.br).

A leitura dos materiais educativos para responder as perguntas pode servir de material de estudo na disciplina de bioquímica e/ou em outras correlatas que você esteja estudando. Como forma de retribuição por sua participação, você receberá posteriormente um convite para assistir algumas aulas gratuitas e online de bioquímica, que serão elaboradas e ministradas pelos membros do BioquímicaAtiva.

Os resultados obtidos serão publicados futuramente em uma revista científica, e você será informado por e-mail, caso tenha interesse em acessar o material.

Um possível risco associado à sua participação poderia estar relacionamento ao seu constrangimento em ser identificado pelo professor/pesquisador da presente pesquisa, uma vez que o mesmo ministra ou já ministrou disciplinas para acadêmicos que serão convidados a participar dessa pesquisa. Contudo, como forma de manter o sigilo de todos os participantes, todos os nomes serão preenchidos apenas com as iniciais das letras, de forma que a identificação da pessoa será mantida de forma sigilosa.

Também, você tem a liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização.

Em caso de dúvidas no preenchimento do formulário, ou qualquer outra dificuldade relacionada a presente pesquisa, você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável Tatienne Neder (tatienneneder@uft.edu.br/ (63) 981596311) e/ou com o acadêmico Lucas Eduardo (lucaseduarde@mail.uft.edu.br/ (63) 99346885), bem como pelo endereço: 109 Norte Av. NS-15, ALCNO-14. Plano Diretor Norte, Bala 2, CEP: 77001-090. Palmas/TO, Av. Juscelino Kubitschek, Palmas – TO, além do contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins-UFT (CEP), entidade responsável em avaliar a natureza ética de toda pesquisa científica envolvendo seres humanos, precisando a mesma ser obrigatoriamente aprovada pelo CEP antes de ser iniciada: cep_uft@uft.edu.br/ Prédio novo da Reitoria - 2º Pavimento, Sala 16 (UFT)/ (63) 3229-4023.

Agradecemos sua participação!



Avaliação do Conteúdo do *Blog* BioquímicaAtiva

IDENTIFICAÇÃO	
Esse campo se destina ao preenchimento de alguns dados pessoais, que serão armazenados de forma sigilosa e confidencial.	
Nome:	Data de nascimento:
E-mail:	Idade em anos:
Sexo: Feminino () Masculino ()	
Nome da instituição onde estuda:	
Curso de graduação em andamento:	
Qual período você está cursando atualmente? Assinale a opção que melhor defina seu momento atual: 1º () 2º () 3º () 4º () 5º () 6º () 7º () 8º () 9º () 10º () 11º () 12º ()	
Turno do curso: Diurno () Noturno () Integral () Vespertino ()	
Você tem alguma outra graduação na área de saúde ou ciências biológicas? Sim () Não ()	
A universidade que você estuda é: Pública () Privada ()	

Gostaríamos que você avaliasse o *blog* de forma geral. Para isso, utilize a escala de 1 a 5, conforme demonstrado abaixo:

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo pouco	Nem discordo, nem concordo	Concordo pouco	Concordo totalmente

1 Discordo totalmente. 2 Discordo pouco. 3 Nem discordo, nem concordo. 4 Concordo pouco. 5 Concordo totalmente.

PARTE I - ENSINO
Sobre a(s) disciplina(s) de Bioquímica (básica, geral, metabólica ou outros nomes similares): ☐ Estou cursando ☐ Já concluí ☐ Ainda não cursei ☐ Reprovei e estou/vou cursar novamente
Sobre a disciplina de Fisiopatologia: ☐ Estou cursando ☐ Já concluí ☐ Ainda não cursei ☐ Reprovei e estou/vou cursar novamente
Sobre a disciplina de Nutrição Esportiva: ☐ Estou cursando ☐ Já concluí ☐ Ainda não cursei ☐ Reprovei e estou/vou cursar novamente
Quais os meios que você costuma utilizar para estudar Bioquímica? É possível assinalar mais de uma opção. Aula/anotações do professor () Livros () Artigos científicos () Sites/blogs () Vídeos () Participação em monitoria () Caso você utilize outro meio para estudar essa disciplina, cite-o: _____

PARTE II – AVALIAÇÃO DO BLOG BioquímicaAtiva

Nº	Item	Escala				
01	As ferramentas do <i>blog</i> são facilmente intuitivas de serem acessadas.	1	2	3	4	5
02	Eu considero esse <i>blog</i> como sendo uma boa ferramenta de estudo.	1	2	3	4	5
03	Os conteúdos abordados no <i>blog</i> são de relevância para a minha área de atuação profissional.	1	2	3	4	5
04	O <i>blog</i> consegue explicar a bioquímica de maneira simples e lúdica.	1	2	3	4	5
05	O <i>blog</i> demonstra como a bioquímica se relaciona com outras disciplinas.	1	2	3	4	5
06	O <i>blog</i> demonstra como a bioquímica pode ser aplicada na prática, aproximando a teoria da prática.	1	2	3	4	5
07	Ao conhecer o <i>blog</i> , sinto mais interesse, curiosidade e motivação para estudar bioquímica.	1	2	3	4	5

De zero a 10, como você avalia o *blog*?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

PARTE III – Avaliação dos posts publicados no *blog* BioquímicaAtiva

As perguntas abaixo são referentes aos textos do *blog* contidos no Tópico chamado “**Nosso Blog**”

Você leu o texto “Intolerância à Lactose: Será que eu tenho?”

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2, 3, 4 contribuíram para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	As ilustrações sendo elas figura 1 e 4 ajudaram a perceber como a bioquímica está presente em situações cotidianas.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto conseguiu explicar, através da bioquímica, como interpretar o exame laboratorial de Intolerância à Lactose.	1	2	3	4	5
05	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar a relação entre bioquímica e as manifestações clínicas da Intolerância à Lactose.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Bebeu sem comer? Gliconeogênese pode não ocorrer!”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 contribuíram para a compressão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	As ilustrações sendo elas figuras 1, 2, 3, 6, 8 ajudaram a perceber como a bioquímica está presente em situações cotidianas.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar a relação entre o consumo excessivo de álcool em jejum, a via da gliconeogênese e a hipoglicemia.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Síndrome de *cushing* e suas manifestações clínicas”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	O conteúdo do texto contribuiu para a compreensão das manifestações clínicas comumente presentes na Síndrome de <i>Cushing</i> .	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu inter-relacionar bioquímica, fisiologia e fisiopatologia	1	2	3	4	5

04	As ilustrações (figuras 1 e 2) ajudaram na compreensão geral do texto.	1	2	3	4	5
05	O conteúdo do texto contribuiu para a interpretação de exames laboratoriais.	1	2	3	4	5
06	De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

As perguntas abaixo são referentes aos textos do *blog* contidos no Tópico chamado “**Você Sabia?**”

Você leu o texto “O que são as ilhotas pancreáticas?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Caso	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2, 3 contribuíram para a compressão do conteúdo e da diferenciação entre as funções exócrina e endócrina do pâncreas.	1	2	3	4	5
03	A ilustração sendo ela figura 3 contribuiu para a compreensão dos diferentes hormônios secretados pelas células das ilhotas pancreáticas.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto contribuiu para o entendimento de condições clínicas relacionadas ao pâncreas (ex. pancreatite, diabetes).	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Qual a importância da lipoproteína LDL para a síntese do hormônio cortisol?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2, 3, 4 contribuíram para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar o relevante papel da lipoproteína LDL na síntese do hormônio cortisol.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto contribuiu na forma de interpretar o exame laboratorial da lipoproteína LDL.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “O que são alimentos com restrição de lactose?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras das tabelas nutricionais (Produtos 1, 2, 3) contribuíram para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	As figuras das tabelas nutricionais (Produtos 1, 2 e 3) foram úteis para entender como interpretar a informação nutricional de tais produtos.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto conseguiu exemplificar na prática as diferenças entre alimentos com e sem lactose.	1	2	3	4	5
05	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar para qual público são destinados os alimentos com restrição de lactose.	1	2	3	4	5
06	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara sobre a quantidade calórica entre os alimentos com e sem lactose.	1	2	3	4	5
07	O conteúdo do texto será útil em futuras escolhas alimentares e/ou em minha orientação nutricional a um paciente.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Qual é o princípio do Teste do Hidrogênio Expirado e como ele funciona?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 contribuíram para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu explicar, através da bioquímica, como interpretar o Teste de Hidrogênio Expirado para diagnóstico de Intolerância à Lactose.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Por que o nosso lactato sanguíneo não é zero?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	O conteúdo do texto conseguiu exemplificar porque nosso lactato sanguíneo não é zero.	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar que a produção de lactato ocorre mesmo na ausência de exercício físico.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Quais condições a vitamina B12 pode registrar BO?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	As figuras 1, 2 contribuiu para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara os processos de digestão e absorção de vitamina B12.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a inter-relação entre o uso frequente de anti-ácidos e a deficiência de vitamina B12 (cobalamina).	1	2	3	4	5
05	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a diferença entre a dosagem sanguínea de vitamina B12 (cobalamina) e transcobalamina II.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Você leu o texto “Quem coloca a doce glicose para o interior da célula?”?

Sim () Não ()

Caso responda “Não”, pular para o próximo texto.

Nº	Item	Escala				
----	------	--------	--	--	--	--

01	O conteúdo do texto está claro e objetivo.	1	2	3	4	5
02	A figura 1 contribuiu para a compreensão do conteúdo.	1	2	3	4	5
03	O conteúdo do texto conseguiu explicar de forma clara a importância do hormônio insulina para a captação de glicose em alguns tecidos.	1	2	3	4	5
04	O conteúdo do texto conseguiu demonstrar que é o transportador GLUT, e não a insulina, quem permite a entrada de glicose na célula.	1	2	3	4	5

De zero a 10, qual a sua compreensão adquirida após ler sobre esse tema?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Agradecemos a sua participação!