

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PINHAIS – FAPI

CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA

JAIR FRAGA JÚNIOR

LUIZE ZANCANARO

MILENA CANATTO

**TRABALHO DE BIOQUÍMICA**

**PINHAIS  
2025**

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PINHAIS – FAPI

CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA

JAIR FRAGA JÚNIOR

LUIZE ZANCANARO

MILENA CANATTO

## **TRABALHO DE BIOQUÍMICA**

Projeto de extensão apresentado como requisito parcial para aprovação semestral na disciplina de Bioquímica do curso de Medicina do Centro Universitário de Pinhais - FAPI.

Orientador: Prof Karlo Alvez da Silva

**PINHAIS  
2025**

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	2
2 Mecanismos de Degradação .....	2
2.1 Decomposição de Açúcares .....	2
2.2 Degradação das Proteínas .....	3
2.3 Processamento de Lipídios.....	3
3 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Aminoácidos no Trato Gastrointestinal .	4
4 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Lipídeos no Trato Gastrointestinal .....	5
4.1 Emulsificação.....	5
4.2 Digestão enzimática .....	5
4.3 Formação de micelas.....	5
4.4 Absorção pelas células intestinais .....	5
4.5 Reesterificação e formação de quilomícrons .....	6
4.6 Transporte linfático .....	6
5 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Carboidratos no Trato Gastrointestinal .	6
5.1 Digestão de Carboidratos .....	6
5.2 Absorção Intestinal .....	7
5.3 Considerações Fisiológicas .....	7
6 Conclusão .....	7
7 Referências .....	8

## **1 Introdução**

A ingestão de alimentos é o ponto inicial para a obtenção de energia. Entretanto, para que o corpo possa utilizar os nutrientes presentes nos alimentos, moléculas complexas como proteínas, lipídios e carboidratos precisam ser quebradas em unidades menores para serem absorvidas. Esse processo ocorre no trato gastrointestinal (TGI) através de uma série de mecanismos bioquímicos. Desde a boca até o intestino grosso, enzimas digestivas especializadas e processos de transporte específicos atuam em conjunto para garantir que os nutrientes sejam eficientemente extraídos e disponibilizados para as funções metabólicas do organismo, como produção de energia, síntese de biomoléculas e manutenção celular.

A degradação bioquímica no trato gastrointestinal (TGI) é um processo fundamental para que o corpo humano possa retirar e utilizar os nutrientes presentes nos alimentos ingeridos. Essa degradação transforma grandes e complexas moléculas de carboidratos, proteínas e lipídios em moléculas menores e mais simples, isso é realizado por uma série de reações hidrolíticas, onde a água é utilizada para quebrar as ligações químicas, e essas reações são catalisadas por enzimas altamente específicas.

## **2 Mecanismos de Degradação**

Cada macronutriente passa por um caminho específico para se degradar que envolve diferentes enzimas e condições ideais de pH e localização.

Esses processos bioquímicos de degradação são meticulosamente coordenados, assegurando que os nutrientes sejam adequadamente decompostos para que o organismo possa absorvê-los e usá-los em suas várias funções vitais.

### **2.1 Decomposição de Açúcares**

O percurso começa na boca, através da amilase salivar (ptialina) que dá início à decomposição de amido e glicogênio em dextrinas e açúcares de menor tamanho. Apesar de seu efeito ser curto devido à acidez do estômago, a digestão dos carboidratos se intensifica no intestino delgado. No pâncreas, a amilase prossegue na hidrólise do amido e do glicogênio.

## **2.2 Degradação das Proteínas**

O processo de digestão das proteínas começa no estômago, devido à sua natureza ácida, crucial para o processo. A secreção de ácido clorídrico (HCl) desnatura as proteínas, desdobrando suas estruturas e facilitando a ação das enzimas. O HCl também transforma o pepsinogênio em pepsina, uma enzima que inicia a fragmentação das proteínas em polipeptídeos de menor tamanho. No intestino delgado, ocorre uma digestão mais vigorosa de proteínas. O pâncreas produz pró-enzimas, tais como tripsinogênio e quimotripsinogênio, os quais são ativados pela enzima enteroquinase e pela própria tripsina. Tripsina, quimotripsina e elastase são endopeptidases que prosseguem na fragmentação de polipeptídeos em partes cada vez menores. Além disso, as carboxipeptidases atuam na remoção de aminoácidos das extremidades. A degradação é finalizada na borda em escova e no citosol dos enterócitos por aminopeptidases, dipeptidases e tripeptidases, resultando principalmente em aminoácidos livres, prontos para absorção.

## **2.3 Processamento de Lipídios**

A digestão de lipídios apresenta maior dificuldade devido à sua insolubilidade em água. Apesar das lipases da língua e do estômago terem um papel pequeno, a maior parte acontece no intestino delgado. Um passo fundamental é a emulsificação, processo em que os sais biliares, produzidos no fígado e expelidos pela vesícula biliar, decompõem grandes grânulos de gordura em pequenas partículas. Isso amplia consideravelmente a superfície para a atividade da lipase pancreática, a enzima predominante. A lipase pancreática, auxiliada pela colipase, transforma os triglicerídeos em ácidos graxos livres e monoglicerídeos, que são os compostos que o organismo consegue absorver. Outras enzimas, tais como a fosfolipase A2 e a colesterol esterase, têm ação sobre outros tipos de lipídio.

### **3 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Aminoácidos no Trato Gastrointestinal**

A digestão e absorção de proteínas alimentares são etapas fundamentais para a manutenção do metabolismo humano, onde ocorre principalmente no intestino delgado. As proteínas absorvidas são primeiramente hidrolisadas em peptídeos e aminoácidos livres por enzimas digestivas como a pepsina e as proteases pancreáticas no intestino delgado.

A ingestão de aminoácidos pelos enterócitos da mucosa intestinal ocorre através de mecanismos de transporte ativo e facilitado, localizados principalmente na membrana apical e na membrana basolateral. Os importantes mecanismos envolvem cotransportadores de aminoácidos e sódio ( $\text{Na}^+$ ), sendo este transporte dependente do gradiente eletroquímico mantido pela bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase. Além disso, peptídeos menores, como dipeptídeos e tripeptídeos, são absorvidos por meio do transportador PEPT1, que utiliza o gradiente de prótons ( $\text{H}^+$ ) como força de movimento.

Uma vez dentro do enterócito, esses peptídeos são hidrolisados por peptidases citoplasmáticas, liberando aminoácidos livres que serão transportados para a corrente sanguínea. Cada classe de aminoácido utiliza transportadores específicos. Esses transportadores apresentam seletividade e podem disputar entre si, influenciando uma melhor da absorção. Na membrana basolateral, o transporte de aminoácidos para o sangue ocorre por difusão facilitada ou por sistemas de transporte ativos independentes de  $\text{Na}^+$ , no qual garante a distribuição adequada dos aminoácidos ingeridos para o metabolismo corporal. Esses mecanismos são regulados por agentes como o estado nutricional, a presença de hormônios intestinais, e a composição da dieta.

A compreensão dos processos bioquímicos envolvidos na absorção de aminoácidos é fundamental para o desenvolvimento de terapias nutricionais, principalmente em condições clínicas que afetam a digestão e absorção de nutrientes.

## **4 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Lipídeos no Trato Gastrointestinal**

A ingestão de lipídeos no trato gastrointestinal é um processo bioquímico que se mostra fundamental para o metabolismo energético e estrutural dos organismos. O mesmo, envolve etapas que compreendem a emulsificação, digestão enzimática, formação de micelas, absorção pelas células intestinais, reesterificação e transporte via quilomícrons.

### **4.1 Emulsificação**

Os lipídeos dietéticos, principalmente triacilgliceróis, são previamente insolúveis em água. Para que possam ser digeridos, é necessário que eles sejam emulsificados no lúmen intestinal. Este processo ocorre principalmente no duodeno, com a ação dos **sais biliares**, reduzidos no fígado a partir do colesterol e armazenados na vesícula biliar. Os sais biliares reduzem a tensão superficial das gotículas lipídicas, quebrando-as em partículas menores, o que aumenta o local de ação das enzimas digestivas.

### **4.2 Digestão enzimática**

A digestão dos lipídeos ocorre inicialmente no intestino delgado por meio da lipase pancreática, que hidrolisa os triacilgliceróis em dois ácidos graxos livres e um monoacilglicerol. A colipase é essencial para a ligação eficiente da lipase à interface lipídica. Outras enzimas, como a fosfolipase A2 e a colesterol esterase, hidrolisam fosfolipídios e ésteres de colesterol, respectivamente, resultando em produtos mais simples, como lisofosfolipídios, ácidos graxos e colesterol livre.

### **4.3 Formação de micelas**

Os produtos da digestão lipídica são formados em **micelas mistas**, que são solúveis compostos por sais biliares, ácidos graxos, monoacilgliceróis, colesterol livre, lisofosfolipídios e vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). As micelas levam esses compostos até a borda em escova dos enterócitos, auxiliando sua absorção.

### **4.4 Absorção pelas células intestinais**

Na membrana apical dos enterócitos, os lipídeos se desagregam das micelas e são absorvidos especialmente por difusão passiva, mesmo que as proteínas transportadoras também possam estar envolvidas. Os sais biliares não são ingeridos nesse momento; eles permanecem no lúmen intestinal e são reabsorvidos

consequentemente no íleo terminal, voltando ao fígado pela circulação entero-hepática.

#### **4.5 Reesterificação e formação de quilomícrons**

Dentro dos enterócitos, os ácidos graxos e monoacilgliceróis são restaurados para formar triacilgliceróis, fosfolipídios e ésteres de colesterol. Esses lipídeos são integrados em partículas lipoproteicas chamadas **quilomícrons**, que apresentam uma camada superficial de fosfolipídios e apolipoproteínas, principalmente a **ApoB-48**.

#### **4.6 Transporte linfático**

Os quilomícrons são exocitados para o espaço extracelular e se locomovem até **vasos linfáticos** presentes nas vilosidades intestinais. A linfa leva essas partículas até o ducto torácico, que as libera na circulação venosa sistêmica, fazendo a distribuição dos lipídeos aos tecidos periféricos. **Os ácidos graxos de cadeia curta e média** são uma exceção: são absorvidos diretamente pela veia porta hepática e transportados ao fígado.

### **5 Mecanismos Bioquímicos de Absorção de Carboidratos no Trato Gastrointestinal**

Os carboidratos são as principais fontes de energia humana. A digestão e absorção destes nutrientes ocorrem ao longo do trato gastrointestinal por meio de mecanismos bioquímicos específicos, que envolvem ações enzimáticas e transporte ativo ou ajudando as células intestinais.

#### **5.1 Digestão de Carboidratos**

A digestão dos carboidratos começa na cavidade oral, onde a amilase salivar, produzida pelas glândulas salivares, inicia a quebra de polissacarídeos, como o amido, em oligossacarídeos menores. No estômago, o pH ácido paralisa a amilase salivar, interrompendo temporariamente a digestão dos carboidratos. O processo de digestão continua no intestino delgado, onde a amilase pancreática atua de forma mais eficiente, tornando o amido e outros polissacarídeos em dissacarídeos como maltose, isomaltose e oligossacarídeos.

As enzimas da borda em escova dos enterócitos (células intestinais) finalizam a digestão:



- Maltase: quebra maltose em duas moléculas de glicose.
- Lactase: hidrolisa a lactose em glicose e galactose.
- Sacarase: converte sacarose em glicose e frutose.
- Isomaltase: quebra ligações  $\alpha$ -1,6 de isomaltose.

### **5.2 Absorção Intestinal**

Os monossacarídeos resultantes da digestão (glicose, galactose e frutose) são absorvidos pelos enterócitos por meio de proteínas transportadoras específicas na qual estão na membrana apical:

- Glicose e galactose: são absorvidas por transporte ativo secundário controlado pelo SGLT-1 (Sodium-Glucose Linked Transporter 1), dependente do gradiente de sódio mantido pela  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase.
- Frutose: é absorvida por difusão facilitada por meio do transportador GLUT5.
- Após entrarem nos enterócitos, todos os monossacarídeos saem pela membrana basolateral através do transportador GLUT2, alcançando o capilar sanguíneo da vilosidade intestinal e sendo transportados até o fígado pela veia porta hepática.

### **5.3 Considerações Fisiológicas**

A funcionalidade desses processos permite a rápida disponibilidade de glicose para os tecidos. mudança na expressão ou função das enzimas da borda em escova ou dos transportadores podem levar a distúrbios de absorção, como a intolerância à lactose ou síndromes de má absorção.

## **6 Conclusão**

A digestão e absorção de nutrientes são processos bioquímicos intrincados e altamente coordenados que garantem a obtenção de energia e a manutenção das funções vitais do organismo. Desde a quebra inicial de carboidratos na boca pela amilase salivar, passando pela potente digestão proteica no estômago com a pepsina e a desnaturação pelo HCl, até a complexa emulsificação e hidrólise lipídica no

intestino delgado mediada pelos sais biliares e lipase pancreática, cada etapa é crucial. A absorção subsequente de monossacarídeos, aminoácidos e produtos da digestão lipídica pelos enterócitos — através de mecanismos de transporte ativo, difusão facilitada e formação de micelas e quilomícrons — é um testemunho da sofisticação fisiológica do corpo humano. A glicose e galactose utilizam transportadores SGLT-1 e GLUT2, a frutose o GLUT5, enquanto os aminoácidos dependem de cotransportadores de sódio e o transportador PEPT1 para peptídeos menores. Já os lipídios, após reesterificação, são empacotados em quilomícrons para transporte linfático, garantindo sua distribuição sistêmica. A compreensão aprofundada desses mecanismos é essencial, não apenas para entender a base do metabolismo, mas também para o desenvolvimento de intervenções nutricionais e terapêuticas eficazes em casos de distúrbios digestivos e de má absorção, sublinhando a importância da harmonia bioquímica no trato gastrointestinal para a saúde geral.

## 7 Referências

- BARRETT, Kim E. et al. Ganong: fisiologia médica. 26. ed. Porto Alegre: AMGH, 2019.
- BROER, Stefan. Amino acid transport across mammalian intestinal and renal epithelia. *Physiological Reviews*, v. 88, n. 1, p. 249–286, jan. 2008. DOI: 10.1152/physrev.00018.2006.
- DANIEL, Hannelore. Molecular and integrative physiology of intestinal peptide transport. *Annual Review of Physiology*, v. 66, p. 361–384, 2004. DOI: 10.1146/annurev.physiol.66.032102.115650.
- FERRIER, Denise R. Bioquímica ilustrada de Harper. 31. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. GUYTON, Arthur C.;
- GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. Tratado de fisiologia médica. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.
- HALL, John E. Tratado de fisiologia médica. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.
- HALL, John E. Tratado de fisiologia médica. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.
- MURRAY, Robert K. et al. Bioquímica de Harper e Ilustrada. 32. ed. Porto Alegre: AMGH, 2022.

NELSON, David L.; COX, Michael M. Lehninger: princípios de bioquímica. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). \*\*Fisiologia: volume 2, semana 4\*\*. Material didático do programa Redefor. São Paulo: ATP-USP, 2011-2012. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoBiologia/Fisio\\_2011\\_2012/Fisiologia\\_v2\\_semana04.pdf](https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoBiologia/Fisio_2011_2012/Fisiologia_v2_semana04.pdf). Acesso em: [26] [maio]. [2025].