

## Fibras alimentares: uma prática interdisciplinar para alunos do ensino médio

### *Dietary Fiber: an interdisciplinary practice for high school students*

*André Amaral Gonçalves Bianco*

*Universidade Federal de São Paulo, campus Diadema*  
e-mail: [andrequim@gmail.com](mailto:andrequim@gmail.com)

### Resumo

Nesse artigo é apresentada uma proposta de procedimento experimental que permite discutir a estrutura química das fibras alimentares e seus mecanismos de ação no tubo digestório humano, relacionando-os aos processos físico-químicos de adsorção e absorção. O experimento foi idealizado para ser aplicado no Ensino Médio, como uma alternativa para trabalhar os conteúdos apresentados, de forma interdisciplinar entre a Química e a Biologia. Os materiais e reagentes utilizados são de baixo custo, fácil acesso e não apresentam riscos à saúde do aluno. Os resultados do experimento são obtidos em tempo curto e podem ser discutidos à luz de conceitos químicos e biológicos costumeiramente trabalhados no Ensino Médio.

**Palavras-chave:** Fibras alimentares; adsorção; absorção.

### Abstract

In this article we present a proposal for an experimental procedure that allows discussing the chemical structure of the fibers and their mechanisms of action in the human digestive tract, relating them to physical and chemical processes of adsorption and absorption. The experiment was designed to be applied in high school, as an alternative to the work our contents, in an interdisciplinary way between chemistry and biology. The materials and reagents used are low cost, easy access and without risk to health of the student. The experiment results are obtained in a short time and can be discussed in the light of chemical and biological concepts customarily worked in high school.

**Keywords:** Dietary fiber; adsorption; absorption.

### **Ficha da atividade desenvolvida**

**Título:** Fibras alimentares: uma prática interdisciplinar para alunos do Ensino Médio.

**Público alvo:** Alunos do Ensino Médio.

**Disciplinas relacionadas:** Biologia, Física e Química.

**Objetivos educacionais:** Transmitir conhecimentos atualizados de nutrição humana; suprir o leitor de conteúdos de Bioquímica ausentes em livros didáticos para o Ensino Médio; definir os fenômenos de adsorção e absorção; discutir a ação das fibras alimentares no tubo digestório humano, por meio de um experimento utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso; introduzir aspectos bioquímicos relacionados à manutenção da saúde e do controle do peso corporal.

**Justificativa de uso:** O consumo de fibras alimentares é fundamental para a manutenção da saúde humana. Trabalhos recentes têm relacionado a influência da microbiota intestinal à obesidade e ao estado de humor dos seres humanos [1, 2, 3, 4, 5]. Ademais, a prática é uma proposta alternativa e interdisciplinar para trabalhar conceitos de Biologia, Física e Química, de forma contextualizada.

**Conteúdos trabalhados:** Fibras alimentares, adsorção, absorção, forças intermoleculares, sais biliares, digestão humana.



## 1 Introdução

O termo fibra alimentar foi cunhado em 1953, mas os benefícios à saúde de alimentos ricos em fibras têm sido apreciados há muito tempo [6]. Em 430 a.C., Hipócrates descreveu os efeitos laxativos do trigo integral, em comparação ao trigo refinado [6]. Na década de 1920, J.H. Kellogg publicou diversos trabalhos sobre os atributos do farelo de milho [6], alegando que ele aumentava o peso das fezes, promovia laxação e prevenia doenças. A fibra dietética foi pesquisada em toda a década de 1930 e depois esquecida até a década de 1970 [7].

Geralmente é creditado a Denis Burkitt a re-popularização da ideia de que a fibra alimentar protege o organismo humano contra o desenvolvimento de doenças ocidentais, como diabetes, doenças cardiovasculares, câncer de cólon e obesidade [6]. Desde então a investigação sobre a definição de fibra alimentar continuou.

Tradicionalmente o termo fibra alimentar se referia a componentes químicos como celulose, hemicelulose, pectina e lignina (Figura 1) [7] e outras substâncias não carboidrato associadas às plantas (Figura 2). Atualmente, nos Estados Unidos, utiliza-se uma abordagem analítica para determinar o que é e o que não é considerado fibra alimentar, para fins de elaboração das informações nutricionais nos rótulos das embalagens dos alimentos. Em 2001, o Instituto de Medicina (IOM) desenvolveu o seguinte conjunto de definições para a fibra alimentar [8]:

- A fibra alimentar é constituída por carboidratos não digeríveis e lignina, que são intrínsecos às plantas.
- Fibra funcional consiste em carboidratos não digeríveis que têm efeitos fisiológicos benéficos em humanos [7].

Sobre os efeitos fisiológicos benéficos das fibras alimentares, incluem-se a laxação, atenuação do colesterol sanguíneo e atenuação da glicemia [9].

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define fibras alimentares desde 1998 como "qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano" [10].

As fibras alimentares são classificadas pela sua solubilidade em água. As fibras solúveis são consideradas benéficas ao controle de lipídios séricos, enquanto as insolúveis são associadas à laxação [7]. Esta divisão de fibra solúvel e insolúvel ainda é usada na rotulagem nutricional.



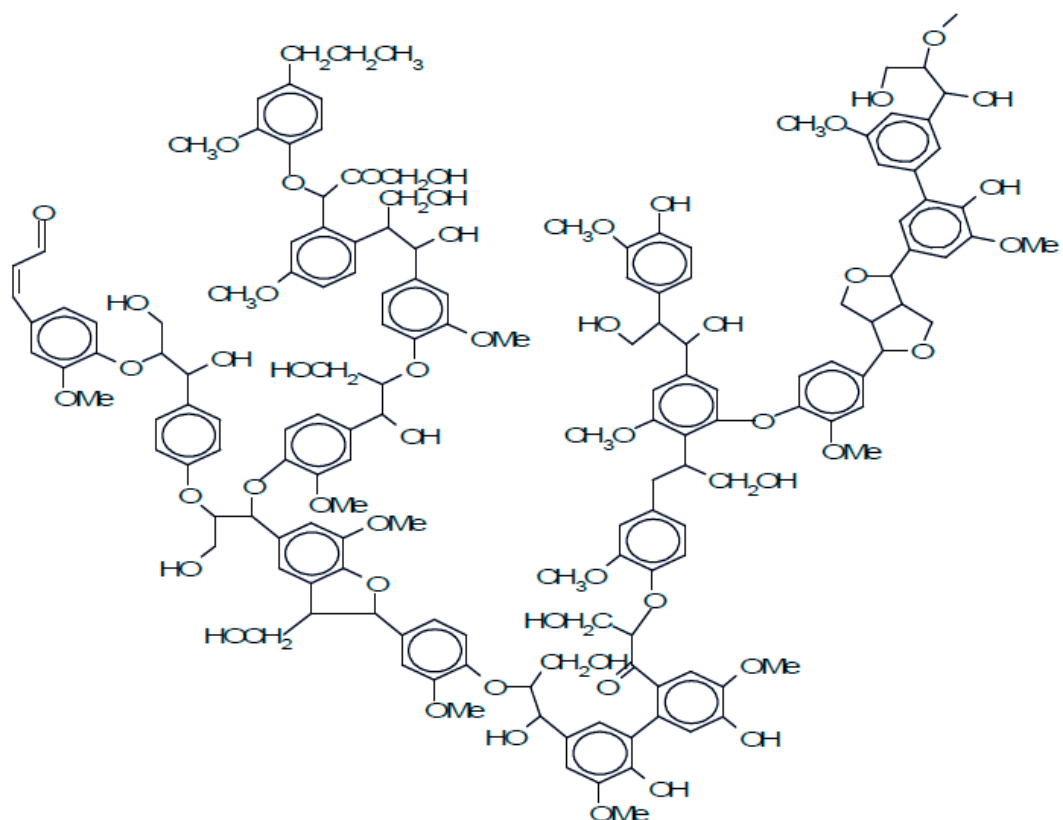


Figura 1. Fórmula estrutural da molécula de lignina.

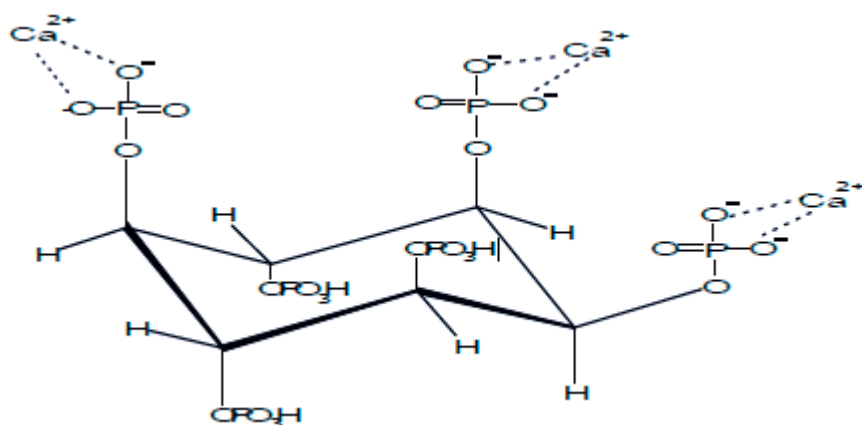


Figura 2. Fórmula estrutural da molécula de fitato.

*Fibras solúveis:* incluem pectinas, gomas, mucilagem e algumas hemiceluloses. Solubilizam-se em água, formando géis.

*Fibras insolúveis:* são constituídas basicamente de celulose e algumas



hemiceluloses. A lignina, substância não carboidrato, é outro exemplo de fibra insolúvel e está presente na casca de frutas.

Entretanto, apesar dessas generalizações, comumente utilizadas, as evidências científicas de que as fibras solúveis diminuem o colesterol e as fibras insolúveis aumentam o peso das fezes são inconsistentes. O amido resistente e a inulina, ambas fibras solúveis, não parecem diminuir o colesterol sanguíneo, e o efeito da fibra insolúvel no peso das fezes é altamente variável. Além disso, muitas fontes de fibras solúveis, tais como farelo de aveia e psílio, na sua maioria, aumentam o peso das fezes [7].

O que se sabe é que o consumo regular de fibras alimentares tem sido relacionado a benefícios à saúde, tais como: regulação e manutenção do sistema digestório, diminuindo a probabilidade de constipação, diverticulite, câncer de cólon, assim como a diminuição do risco de obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes do tipo 2 [11].

O efeito protetor da dieta com alto teor de fibras alimentares pode estar relacionado a: (1) aumento do bolo fecal e decréscimo do tempo de trânsito intestinal o que, por sua vez, decresce o tempo de exposição da mucosa e dos pretensos agressores e (2) a capacidade de certas fibras de se ligar a carcinógenos e, portanto, proteger a mucosa [12].

Recomenda-se um consumo diário de no mínimo 25 g/dia de fibras [13]. As fontes de fibras são os alimentos vegetais como grãos, tubérculos e raízes, as frutas, legumes e verduras. Alguns exemplos de alimentos ricos em fibras alimentares são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tabela brasileira de composição de alimentos [14].

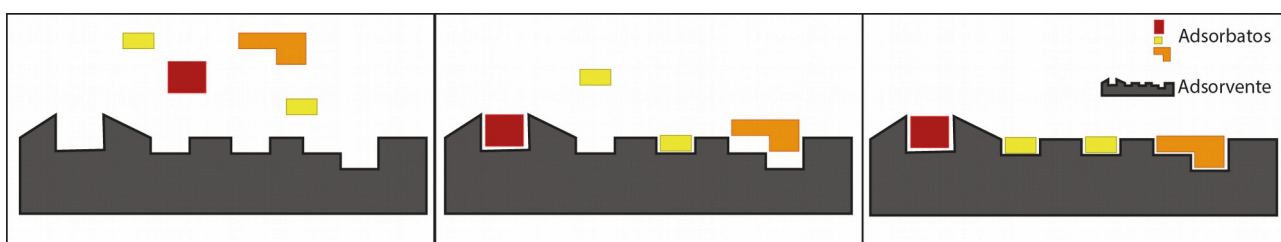
| <b>Alimento</b>     | <b>Conteúdo em fibra alimentar<br/>(gramas de fibra alimentar/100g de alimento)</b> |
|---------------------|---|
| Farelo de milho cru | 79,0  |
| Farelo de trigo cru | 42,8  |
| Farelo de arroz cru | 21,0  |
| Farelo de aveia cru | 15,4  |

As fibras são alimentos de baixo valor energético (1,5 kcal/g produzida no cólon intestinal a partir da degradação bacteriana) e que dão volume à alimentação consumida, podendo aumentar a sensação de saciedade após a refeição. As fibras atuam na regulação do peso corporal [15], porque além de proporcionarem sensação de saciedade, interferem na digestão de alimentos, uma vez que são capazes de adsorver e absorver nutrientes da dieta, dificultando sua digestão e absorção pelo organismo.



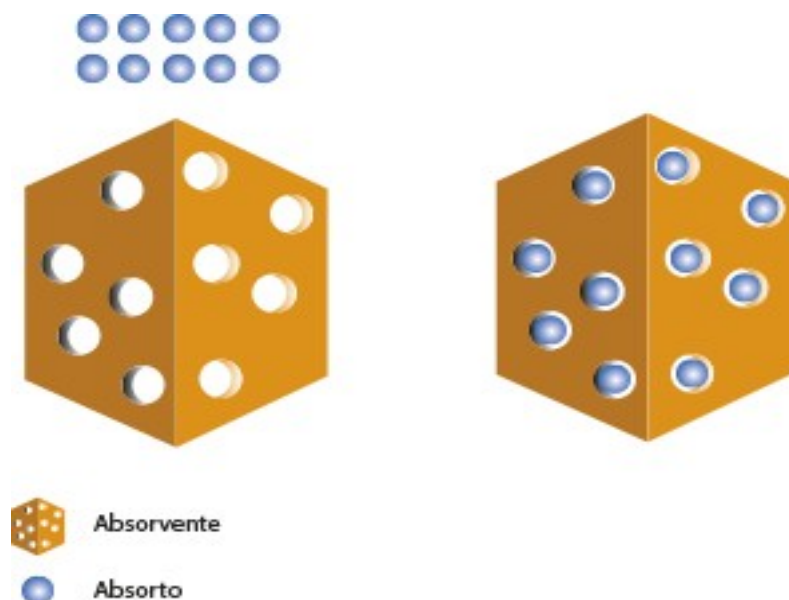
A adsorção é um processo em que átomos ou moléculas ficam retidos em uma superfície sólida ou líquida. A adsorção pode ser distinguida da absorção, pelo fato do processo ocorrer apenas na superfície do material.

O fenômeno da adsorção (Figura 3) pode ser de dois tipos: (1) adsorção física (também chamada fisissorção) - interação do adsorvato com o adsorvente se dá por forças intermoleculares do tipo Van der Waals -; e (2) adsorção química (também chamada quimissorção) – o adsorvato une-se à superfície do adsorvente por ligações químicas (normalmente covalentes) e tendem a se acomodar em sítios que propiciem o número de coordenação máximo com o adsorvente.



**Figura 3.** Ilustração do fenômeno da adsorção em uma superfície sólida: as figuras geométricas coloridas representam adsorbatos hipotéticos que ligam-se à superfície do adsorvente.

A absorção significa passar para o interior, como quando uma esponja absorve água (**Figura 4**).



**Figura 4.** Ilustração do fenômeno da absorção em uma superfície sólida: as esferas azuis representam absortos hipotéticos que ligam-se ao absorvente.

Em algumas situações, é difícil avaliar se um fenômeno é adsorção ou absorção, sendo mais prudente dizer que houve sorção simplesmente [16].



## **2 Materiais**

### **2.1 Equipamentos**

- 3 béqueres de 400mL;
- 6 provetas de 10mL;
- 1 proveta de 50mL;
- 1 proveta de 100mL;
- 1 bastão de vidro;
- 10 saquinhos de chá instantâneo.

### **2.2 Reagentes**

- Pó ou farelo de alimentos ricos em fibras alimentares;
- Detergente incolor;
- Óleo vegetal;
- Água de torneira.

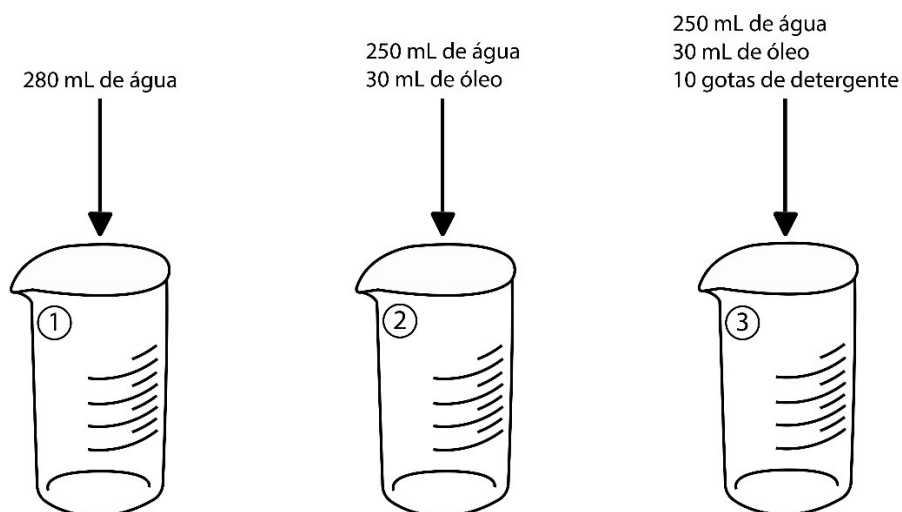
## **3 Procedimentos**

Para a realização do experimento deve-se pegar seis saquinhos de chá instantâneo, desprezar todo o seu conteúdo e preencher três deles com uma colher de sobremesa de algum alimento rico em fibras alimentares (Figura 5), que se encontre em farelo ou pó (Tabela 1).



**Figura 5.** Fotografia ilustrando o processo de preenchimento dos saquinhos de chá com farelo ou pó de fibra alimentar.

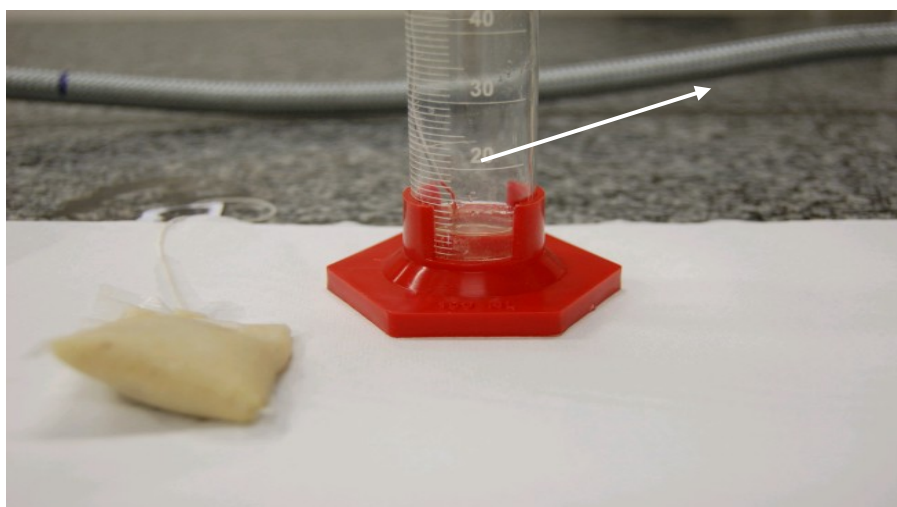
Com o auxílio da proveta de 100 mL, adicione 280 mL de água de torneira no béquer #1 e 250 mL nos béqueres #2 e #3. No béquer #2 acrescente 30 mL de óleo vegetal, medidos na proveta de 50 mL, e no béquer #3 acrescente 30 mL de óleo vegetal, também medidos na proveta de 50 mL, mais 10 gotas de detergente incolor (Figura 6). Agite os três béqueres com um bastão de vidro e observe o aspecto final.



**Figura 6.** Procedimento de adição de reagentes aos béqueres.

Pegue os três saquinhos de chá vazios (esses são o grupo controle) e mergulhe cada um deles em um béquer diferente. Aguarde um minuto, retire os saquinhos de chá dos béqueres e esprema o conteúdo de cada um deles em uma proveta de 10 mL diferente. O resultado observado deve ser algo semelhante ao demonstrado na Figura 7.

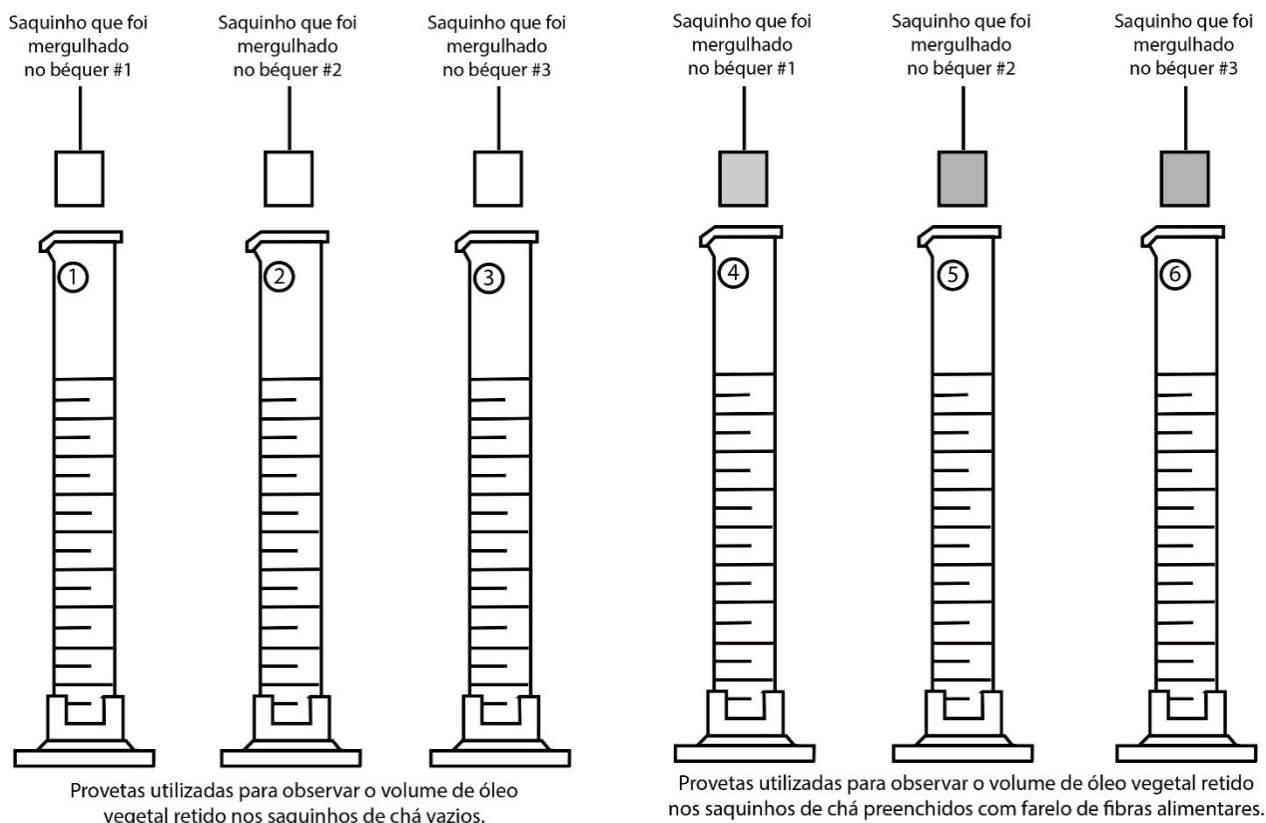
Anote o volume de óleo encontrado em cada uma das provetas.



**Figura 7.** Fotografia ilustrando o volume de mistura água e óleo obtido após espremer o saquinho de chá preenchido com farelo ou pó de fibra alimentar.



Repita o procedimento com saquinhos de chá contendo o farelo de fibras alimentares e três novas provetas de 10 mL. Compare os resultados encontrados em cada uma das seis provetas (Figura 8).



**Figura 8.** Procedimento de extração do óleo vegetal dos saquinhos de chá, após estes terem sido retirados dos respectivos béqueres nos quais foram deixados submersos por 1 minuto.

O descarte do óleo vegetal deve ser realizado em um recipiente adequado (por exemplo, uma garrafa) e enviado a uma instituição da sua cidade que faça a coleta do produto (conhecidos como Pontos de Entrega Voluntária - PEV). Não descarte o óleo no esgoto, pois pequenos volumes de óleo vegetal podem contaminar muitos litros de água.

### 3.1 Questões

- 1) Qual a necessidade do uso de um grupo controle no experimento?
- 2) Correlacione a ação do detergente no experimento, com a dos sais biliares em nosso organismo.
- 3) Construa uma tabela com os resultados do experimento, analise os resultados e proponha uma explicação para eles.

### **3.2 Respostas esperadas**

Por meio das questões 1 e 2, o professor pode discutir com seus alunos a importância do uso de controle em experimentos. No caso do experimento relatado, há dois tipos de controle: os saquinhos de chá vazios e o béquer #1. Os saquinhos de chá vazios são utilizados para verificar o volume de óleo vegetal retido na fibra do papel empregado na produção dos saquinhos de chá. Esse valor deve ser descontado daquele encontrado nas provetas utilizadas para quantificar o volume de óleo vegetal retido pelo farelo das fibras alimentares. O béquer #1 permite que o aluno verifique o comportamento dos saquinhos de chá quando em contato com a água e como isso pode ter interferido nos procedimentos com os béqueres #2 e #3.

Espera-se que os alunos consigam relacionar a ação emulsificante do detergente à dos sais biliares. No organismo humano, os sais biliares têm ação análoga ao do detergente no experimento – dispersar o volume de óleo. Quando isso acontece, o óleo consumido pode ser mais facilmente atacado pelas enzimas digestivas responsáveis pela digestão do lipídio.

Por meio da construção de uma tabela com os resultados do experimento, espera-se que o aluno visualize com maior facilidade as discrepâncias entre os volumes de óleo encontrados nas provetas ao final do experimento. Essas diferenças são relativas à quantidade de fibras alimentares presentes em cada um dos saquinhos de chá. O experimento pode ser repetido, utilizando-se diferentes tipos de fibras alimentares. Os novos resultados podem ser comparados aos primeiros e assim verificar a capacidade de retenção de óleo vegetal de diferentes tipos de fibras alimentares.

## **4 Discussão**

Um estudo transversal descritivo realizado com livros didáticos de Biologia recomendados para o Ensino Médio pelo Ministério da Educação apontou os temas “minerais” e “fibras” como os de menor frequência nos livros didáticos analisados [17].

Por representarem importante veículo de informações a todos os alunos da rede pública de ensino, devido ao Programa Nacional do Livro Didático, os livros didáticos deveriam conter conceitos relevantes para aquisição de conhecimento [17], mas a apresentação dos conteúdos relacionados às Ciências Naturais durante o Ensino Médio ocorre de maneira fragmentada, provocando o fracionamento do conhecimento em disciplinas isoladas [18].

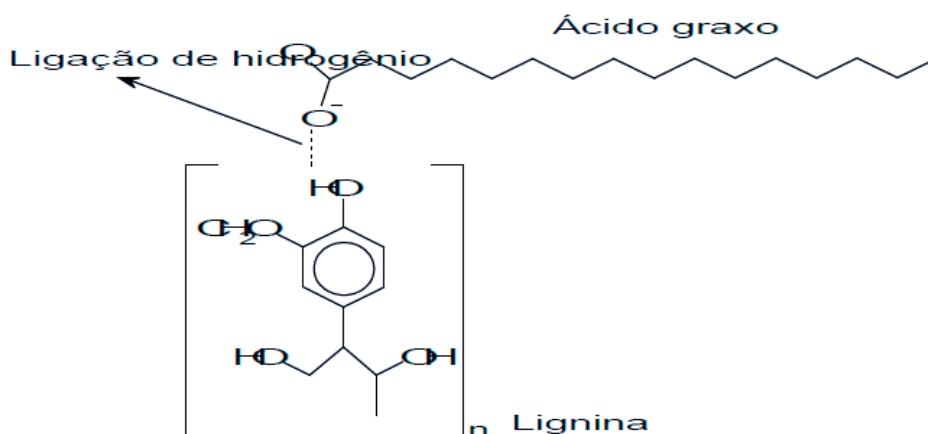


A Bioquímica é um nicho de interdisciplinaridade a ser explorada no Ensino Médio, mas as discussões bioquímicas ocorrem superficialmente devido à falta de material didático que explore adequadamente a interação entre a Biologia e a Química [18]. Além disso, a precariedade de conteúdos de nutrição humana em livros didáticos de Biologia e Química para o Ensino Médio reafirma a necessidade da produção científica como a prática experimental apresentada nesse trabalho.

Nesta prática, pretende-se simular a ação das fibras alimentares no sistema digestório humano. As misturas (água e óleo) representam a água e os lipídios ingeridos durante uma refeição e os saquinhos de chá com alimentos em pó ou farelo, as fibras alimentares (o detergente representa os sais biliares secretados durante o processo digestório e que facilitam a emulsificação das gorduras).

As fibras alimentares possuem, na sua maioria, grupos hidroxila em sua estrutura molecular (Figura 1). Além desses grupos muito comuns (sobretudo na celulose, lignina e derivados), algumas fibras alimentares ainda possuem grupos fitato (Figura 2). A adsorção está relacionada com valências residuais dos átomos, ou mesmo moléculas, da superfície das partículas e que, por conseguinte, não se acham combinadas. Dessa forma, ambos os grupos são capazes de se ligar a macronutrientes - carboidratos, lipídios e proteínas [19, 20] - e o fitato ainda possui uma interação muito forte com minerais bivalentes -  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e outros - [21].

Esses grupos químicos presentes nas fibras alimentares são capazes de adsorver a água (Figura 9), o óleo e o detergente presentes nos béqueres, graças à presença de grupos polares na fórmula molecular dessas substâncias. Esses grupos podem fazer interações fracas, do tipo Van der Waals, ou fortes, do tipo ligações de hidrogênio, com as substâncias presentes nos béqueres.



**Figura 9.** Ilustração da interação de hidrogênio entre a molécula de lignina e a molécula de ácido graxo.



Nesse experimento também podemos observar a absorção de substâncias. Absorção é um fenômeno de penetração e fixação de substâncias. Podemos distinguir a absorção da adsorção em dois pontos: (1) penetração do material absorvido na estrutura interna do absorvente e (2) a quantidade de material absorvido pelo absorvente é muito maior do que o retido na adsorção.

O béquer #1 serve de controle do experimento e apoio para demonstrar que, da mesma forma que os saquinhos vazios, as fibras solúveis são capazes de absorver a água presente no tubo digestivo humano. O béquer #2 ajuda a descrever os fenômenos de adsorção e absorção de nutrientes. O fato dos saquinhos reterem óleo, mesmo após terem sido espremidos sobre a proveta, pode ser um artifício útil para demonstrar a eliminação de nutrientes nas fezes.

Para avaliar a interferência dos saquinhos de chá na retenção de óleo e água, são utilizados três saquinhos de chá vazios como grupos controle. Eles são utilizados nos mesmos procedimentos adotados para os saquinhos de chá preenchidos com o farelo de fibras alimentares.

Já o béquer #3 pode servir para visualizar a ação dos sais biliares no processo de emulsificação de lipídios no intestino delgado. Assim como o detergente adicionado à mistura, os sais biliares emulsificam o óleo na água, facilitando a ação enzimática.

## **5 Conclusões**

A partir do comportamento das fibras alimentares com as amostras dos béqueres, podemos conduzir os alunos ao raciocínio de que este fenômeno assemelha-se ao ocorrido no sistema digestório humano. Assim, o experimento pode auxiliar o aluno a desenvolver um modelo mental do processo de digestão auxiliado pelas fibras digestivas.

Os professores da rede pública do Ensino Médio brasileiro podem atuar como facilitadores da educação nutricional e do desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis por disseminação de informações nutricionais. Entretanto, muitos professores não têm formação em Bioquímica e podem transmitir informações incorretas ou modelos de comportamentos dietéticos inadequados.

A falta de formação em Bioquímica de professores do Ensino Médio colabora para a seleção dos conteúdos a serem abordados em aulas de Biologia e Química, de forma negativa, deixando de fora conteúdos de educação nutricional. Com o auxílio das



instruções e informações presentes nesse artigo, espera-se que o professor possa orientar seus alunos e descrever, de maneira interdisciplinar, os mecanismos de ação das fibras alimentares no organismo humano, utilizando-se dos conceitos de adsorção e absorção, bem como da estrutura molecular das fibras alimentares.

## Referências

- [1] Xiao S, Fei N, Pang X, Shen J, Wang L, Zhang B, Zhang M, Zhang X, Zhang C, Li M, Sun L, Xue Z, Wang J, Feng J, Yan F, Zhao N, Liu J, Long W, Zhao L. A gut microbiota-targeted dietary intervention for amelioration of chronic inflammation underlying metabolic syndrome. *FEMS Microbiology Ecology* 2014, 87: 357–367.
- [2] Zhao L. The gut microbiota and obesity: from correlation to causality. *Nature Reviews Microbiology* 2013, 11: 639–647.
- [3] Zhang C, Zhang M, Pang X, Zhao Y, Wang L, Zhao L. Structural resilience of the gut microbiota in adult mice under high-fat dietary perturbations. *ISME Journal* 2012, 6: 1848–1857.
- [4] Musso G, Gambino R, Cassader M. Interactions between gut microbiota and host metabolism predisposing to obesity and diabetes. *Annual Review of Medicine* 2011, 62: 361–380.
- [5] Cani PD, Bibiloni R, Knauf C, Waget A, Neyrinck AM, Delzenne NM, Burcelin R. Changes in gut microbiota control metabolic endotoxemia-induced inflammation in high-fat diet-induced obesity and diabetes in mice. *Diabetes* 2008, 57: 1470–1481.
- [6] Slavin JL. Dietary fiber: Classification, chemical analyses, and food sources. *Journal of the American Dietetic Association* 1987, 87: 1164–1171.
- [7] Slavin JL. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients* 2013, 5: 1417-1435.
- [8] Slavin JL. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association* 2008, 108: 1716–1731.
- [9] DeVries JW. On Defining Dietary Fibre. *Proceedings of the Nutrition Society* 2003, 62: 37-43.
- [10] Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 41. 1998. acesso em 30 de Julho de 2015. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/41\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/41_98.htm)
- [11] Champ M, Langkilde A, Brouns F, Kettlitz B, Collet YB. Advances in dietary Fibre Characterisation. 1. Definition of Dietary Fibre, Physiological relevance, Health Benefits and Analytical Aspects. *Nutrition Research Reviews* 2003, 16: 71-82.
- [12] Robbins SL, Cotran RS. *Patologia: Bases Patológicas das Doenças*. 7. ed. São Paulo: Elsevier; 2005.
- [13] Ministério da Saúde. *Guia Alimentar para a População Brasileira* 2005.
- [14] Tabela Brasileira de Composição de alimentos/NEPA-UNICAMP. Versão II, 2ª edição - Campinas, SP: NEPA-UNICAMP. 2006. acesso em 30 de Janeiro de 2015. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf).
- [15] Pereira MA, Ludwig DS. Dietary fiber and body-weight regulation: observations and mechanisms. *Pediatric Clinics of North America* 2001, 48: 969-980.
- [16] Mimura AMS, Sales JRC, Pinheiro PC. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. *Química Nova na Escola* 2010; 32 (1): 53-56.
- [17] Teixeira TC, Sigulem DM, Correia IC. Avaliação dos conteúdos relacionados à nutrição contidos nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Paulista de Pediatria* 2011, 29(4): 560-6.
- [18] Correia PRM, Dazzani M, Marcondes MER, Torres BB. A Bioquímica como ferramenta interdisciplinar:



vencendo o desafio da integração de conteúdos no Ensino Médio. Revista Química Nova na Escola 2004, 19: 19-23.

[19] Madar Z, Thorne R. Dietary Fiber. Progress in Food Nutrition Science 1987, 11: 153-174.

[20] Kritchevsky D. In Vitro Binding Properties of Dietary Fibre. European Journal of Clinical Nutrition 1995, 49, suppl. 3: S113-S115.

[21] Mahan LK, Arlin MT. Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia, 8. ed. São Paulo: Roca, 1995.

