

# FIBRAS DIETÉTICAS E DOENÇAS CORONARIANAS

As fibras, encontradas principalmente em frutas, legumes e cereais integrais, são mais conhecidas por sua capacidade de prevenir ou aliviar a constipação. Mas podem fornecer outros benefícios de saúde, bem como reduzir o risco de diabetes e doenças cardíacas.

## AS FIBRAS DIETÉTICAS

A maioria dos nutricionistas define as fibras como material vegetal, que geralmente é resistente a enzimas digestivas. Outra descrição frequentemente usada para as fibras é de *polissacarídeos não amiláceos*. O problema com esta descrição é que a lignina da fibra da planta é um polifenólico, e não um polissacarídeo. A Tabela 1 fornece a porcentagem do peso total de alguns alimentos que é atribuível à fibra.

Tipicamente, a fibra é subdividida em dois grupos baseados na sua solubilidade em água. Fibras solúveis (água) incluem pectina (substâncias pécicas), gomas e mucilagens, enquanto que as fibras insolúveis incluem celulose, hemicelulose, lignina e celulose modificada. A Tabela 2 apresenta essas classes de fibras e enumera algumas fontes de alimento para cada tipo.

Algumas das melhores fontes de fibras alimentícias solúveis são frutas, legumes, aveia, e algumas verduras. Já os alimentos famosos por serem ricas fontes de fibras insolúveis incluem

Alimento	Fibras (% peso)
Amêndoas	3
Maçãs	1
Feijão-fava	2
Vagens	1
Brócolis	1
Cenouras	1
Farinha de trigo, trigo integral	2
Farinha de trigo branca	< 1
Flocos de aveia	2
Peras	2
Nozes-pecan	2
Pipoca	2
Morangos	1
Nozes tipo portuguesa (Juglans)	2
Gérmen de trigo	3

cereais, grãos, legumes e verduras. A quantidade de fibra presente na dieta humana pode variar geograficamente. Nos países mais desenvolvidos industrialmente, como os Estados Unidos, o consumo de fibras é relativamente menor do que em outras sociedades. Por exemplo, a ingestão média de fibras nos Estados Unidos é de apenas 12 a 15g por dia. Esse consumo está bem abaixo das recomendações atuais da Organização Mundial de Saúde, que é de 25 a 40g de fibra por dia. Por outro lado, algumas sociedades africanas são conhecidas por ingerir até 50g de fibra por dia.

Os polissacarídeos digestíveis em alimentos vegetais, como o amido, e em muito menor



**TABELA 2 – TIPOS DE FIBRAS E SUAS CARACTERÍSTICAS, FONTES DE ALIMENTOS E DEGRADAÇÃO BACTERIANA**

Tipos de fibra	Características	Fontes de alimento	Degradação
<b>SOLÚVEIS</b>			
Pectinas	Rica em ácido galacturônico, ramnose, arabinose, galactose; característica da lâmina média e parede primária.	Grãos inteiros, legumes, repolho, raiz de vegetais, maçãs.	+
Gomas	Composta principalmente de Monômeros de hexose e de pentose.	Aveia, feijão, outros legumes.	+++
Mucilagens	Sintetizada pelas células vegetais, Pode conter glicoproteínas.	Aditivos alimentícios	+++
<b>INSOLÚVEIS</b>			
Celulose	Base estrutural na parede celular; apenas monômero de glicose.	Grãos inteiros, farelo, família do repolho, ervilhas, feijão, maçã raiz de vegetais.	+
Hemicelulose	Componente da parede celular primária e secundária; diferentes tipos variam em conteúdo de monômero.	Farelos, cereais, grãos inteiros.	+
Ligninas	Composta de álcoois aromáticos; outros componentes da parede celular.	Vegetais, trigo.	0

\* Denota o grau de fermentação bacteriana.

grau o glicogênio em carnes, apresentam unidades repetidas de monossacarídeos unidos por ligações α1-4 (veja Figura 1).

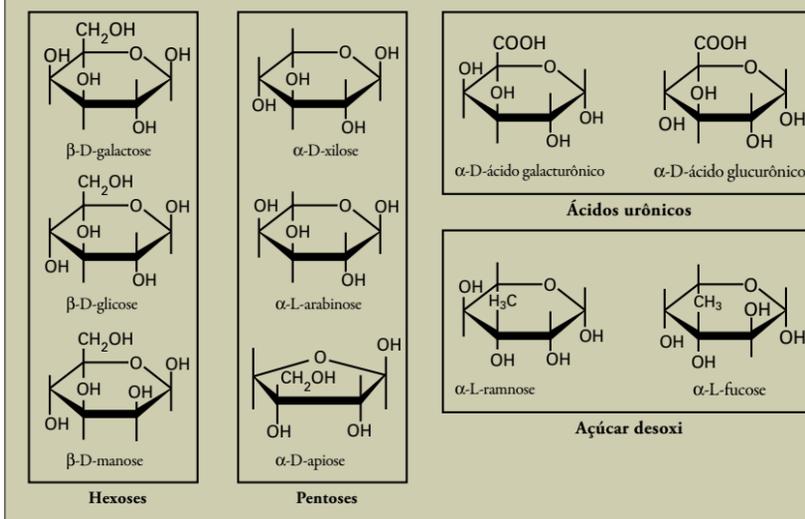
Essas ligações são facilmente digeridas pela amilase tanto nas secreções salivares como pancreáticas. Os pontos de ramificação no amido e as cadeias de glicogênio são unidos através das ligações α1-6, que são hidrolisadas pela enzima α1-6 dextrinase (isomaltase) nas secreções pancreáticas. De forma contrária, ligações β1-4 são formadas por plantas ao invés de ligações α1-4 entre monossacarídeos em polissacarídeos fibrosos (veja Figura 1). Ambas as amilases, salivar e pancreática, são incapazes de hidrolisar ligações covalentes β1-4, eficientemente.

Isso torna esses polissacarídeos resistentes à ação digestiva humana. No entanto, as bactérias que habitam o intestino grosso podem, realmente, metabolizar algumas fibras de polissacarídeos e criar ácidos graxos de cadeia curta (ácidos acético, propiônico e butírico), como metabólitos. Esses ácidos graxos de cadeia curta, muitas vezes referidos como ácidos graxos voláteis (VFA, do inglês *Volatile Fatty Acids*), são

substratos energéticos potenciais para as células da mucosa do intestino grosso. Isso significa que, eventualmente, a noção de que a fibra alimentar não é uma fonte de energia deve ser repensada. No entanto, esse ponto só seria significativo em princípio, já que a contribuição energética seria bastante pequena.

A celulose é conhecida por ser a molécula orgânica mais abundante na Terra. Sua estrutura molecular é semelhante à amilose, na medida em que é constituída por unidades repetidas de glicose hexose. No entanto, novamente, as ligações serão β1-4 por natureza. A celulose é produzida como um componente da parede celular das plantas por um complexo enzimático chamado de celulose sintase. Uma

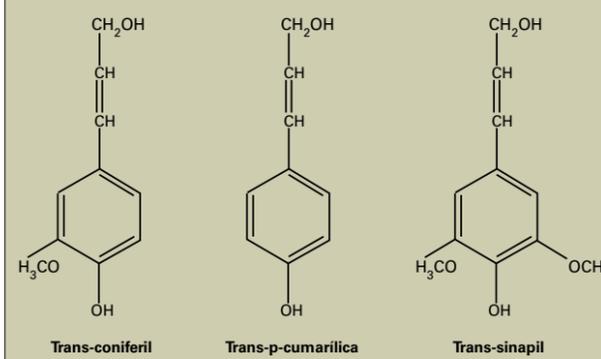
**FIGURA 2 – CARBOIDRATOS MONÔMEROS COMUNS DE FIBRAS POLISSACARÍDEAS**



vez que as cadeias de celulose são formadas, rapidamente se reúnem com as outras moléculas de celulose, formando microfibrilas que fortalecem a parede celular. A celulose, juntamente com outras fibras (hemicelulose e pectina) e proteínas, é encontrada dentro da matriz, entre as camadas da parede celular. Esse conceito é um pouco semelhante ao da matriz do tecido conjuntivo encontrado dentro do osso, tendões e ligamentos nos seres humanos. A hemicelulose é diferente da celulose na medida em que seus monômeros são heterogêneos. A hemicelulose contém quantidades variadas de pentoses e hexoses, covalentemente ligadas em uma ligação β1-4, bem como algumas cadeias laterais ramificadas. Alguns dos monossacarídeos mais comuns e familiares da hemicelulose são xilose, manose e galactose (veja Figura 2). Outras subunidades monossacarídicas incluem arabinose e ácido glucurônico 4-O-metil.

A lignina entra em uma categoria distinta de fibra, uma vez que não é um carboidrato; no entanto, ainda é considerada uma fibra insolúvel na dieta. A lignina é composta por polímeros aromáticos de produtos químicos da parede celular das plantas e é responsável por dar as plantas suas características amadeiradas. As moléculas de lignina são polímeros

**FIGURA 3 – MONÔMEROS FENÓLICOS TÍPICOS DA MOLÉCULA DE LIGNINA**



altamente complexos e variáveis, e são compostas por três grandes álcoois aromáticos: cumarílico, coniferílico e sinapílico. Em plantas, a lignina fornece estrutura e integridade, permitindo que a planta mantenha sua forma. A Figura 3 apresenta os monômeros de uma molécula de lignina típica.

A fibra solúvel de pectina é composta principalmente de ácido galacturônico metilado. Essas unidades também são unidas por ligações β1-4 na pectina. O grau de metilação aumenta durante a maturação da fruta, e é em grande parte responsável pelas propriedades de formação de gel das fibras solúveis.

Gomas e mucilagens são também fibras solúveis, sendo compostas por monômeros de hexose e pentose. A estrutura física e propriedades dessas

fibras são semelhantes a pectina. Curiosamente, as gomas são polissacarídeos sintetizados pelas plantas no local do trauma e funcionam de forma semelhante ao tecido cicatricial nos seres humanos. Já as mucilagens são produzidas por células secretoras de plantas para evitar a perda excessiva de água através da transpiração.

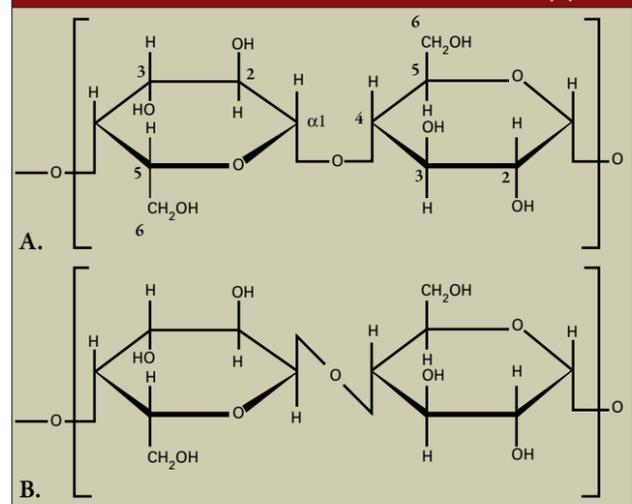
**PROPRIEDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DAS FIBRAS**

Os atributos fisiológicos da fibra dependem em grande parte de suas características físicas, ou seja, de seu desenho molecular e solubilidade. Embora inicialmente pensava-se que as influências fisiológicas das fibras alimentícias eram limitadas ao lúmen intestinal, que é anatomicamente externo, novas evidências sugerem que os derivados do metabolismo das fibras intestinais podem influenciar também operações internas. As características físicas da fibra dietética podem produzir diferentes respostas gastrointestinais, dependendo do segmento do trato digestivo. Entre essas respostas estão a distensão gástrica, influência sobre a taxa de esvaziamento gástrico e aumento da quantidade de resíduos (bolo fecal) e teor de umidade. Além disso, a fibra alimentícia pode influenciar a fermentação por bactérias no cólon, bem como o volume de determinadas espécies de bactérias. É mais do que provável que a população bacteriana aumenta devido à fermentação da fibra. A presença bacteriana pode contribuir em até 45% do peso fecal seco. A influência da fibra sobre a massa fecal é apresentada na Tabela 3.

**TABELA 3 – MUDANÇAS NO BOLO FECAL DEVIDO A DIFERENTES FONTES DE FIBRA ALIMENTÍCIA**

Item alimentício	% do aumento do peso fecal
Farelo	127
Repolho	69
Cenouras	59
Maçã	40
Goma guar	20

**FIGURA 1 – LIGAÇÃO α1-4 ENTRE MONÔMOMEROS DE GLICOSE DE AMIDO E GLICOGÊNIO (A) E LIGAÇÃO β1-4 ENTRE AS UNIDADES DE GLICOSE EM CELULOSE (B)**





A presença de  $H_2$  no ar expirado (teste respiratório de hidrogênio) é frequentemente usado clinicamente como de estimar a fermentação bacteriana. Uma vez produzido, o  $H_2$  dissolve no sangue e circula até os pulmões.

Entre algumas de suas propriedades físicas mais interessantes está a capacidade de retenção de água ou a *hidratação* da fibra. A capacidade das diferentes fibras em associar-se com moléculas de água é, em grande parte, devido à presença de resíduos de açúcar que têm grupos polares livres (OH, COOH, SO, e os grupos C=O). Estes grupos polares permitem a formação de ligações de hidrogênio com moléculas de água adjacentes. As substâncias pécicas, mucilagens e hemicelulose possuem a maior capacidade de retenção de água. A celulose e a lignina também podem conter água, mas não tanto como as outras

Diferentes moléculas de fibra estão sujeitas a níveis variáveis de degradação bacteriana no cólon (veja Tabela 4). Por exemplo, pectina, mucilagens e gomas são quase completamente fermentadas. Já a celulose e a hemicelulose são apenas parcialmente degradadas, e a natureza de não-carboidrato da lignina lhe permite passar pelo colón virtualmente sem fermentação. A estrutura física da planta em si também pode estar relacionada com o grau de degradação das fibras alimentícias pelas bactérias intestinais. Como exemplo, fibras derivadas de frutas e verduras são, em geral, mais fermentáveis do que as fibras oriundas de cereais. Ácidos graxos voláteis, nomeadamente, ácido acético (2:0), ácido propiônico (3:0) e ácido butírico (4:0), estão entre os produtos da fermentação bacteriana. Como mencionado acima, esses ácidos graxos podem ser oxidados para a produção de ATP (trifosfato de adenosina) nas células da mucosa da parede do cólon. Além disso, esses ácidos graxos são bastante solúveis em água e

podem ser absorvidos pela circulação portal. Outros produtos da fermentação bacteriana de fibras dietéticas incluem gás hidrogênio ( $H_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e metano ( $CH_4$ ). Estes produtos podem levar ao acúmulo ocasional e desconfortável de gás no cólon, que pode ocorrer com o consumo elevado de fibras.

fibras. No entanto, como as fibras solúveis são geralmente mais fermentáveis, a água associada é libertada e absorvida no cólon. Assim, são as fibras insolúveis que retêm a água por todo o comprimento do trato intestinal e dão ao bolo fecal maior teor de água.

No intestino delgado a hidratação da fibra permitirá a formação de uma matriz de gel. Teoricamente, a formação de gel no intestino delgado pode aumentar a viscosidade do conteúdo dos alimentos derivados e diminuir a taxa de absorção de nutrientes. Esse mecanismo pode diminuir a taxa de absorção de carboidratos e diminuir a magnitude do pico pós-prandial da glicose no sangue. É essa noção que leva ao interesse das fibras para indivíduos sofrendo de diabetes mellitus, como será visto mais adiante.

## RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE COLESTEROL E A DOENÇA CORONARIANA (CHD, CORONARY HEART DISEASE)

A doença arterial coronariana ou aterosclerose coronariana é conhecida por ser a principal causa de morte no mundo ocidental, segundo a *American Heart Association* e relatórios de várias organizações médicas na Europa. Em contraste ao dogma popular entre o público leigo, a doença coronariana é também a principal causa de morte entre as mulheres. Muitos fatores de risco podem influenciar a doença cardíaca coronariana, como tabagismo, idade, sexo masculino, menopausa, diabetes, níveis séricos de colesterol e hipertensão. Alguns desses fatores de risco são modificáveis, como tabagismo e os níveis de colesterol sérico, e alguns não são, como sexo masculino ou menopausa. Entre os fatores de risco mais importantes que podem ser controlados está os níveis de colesterol sérico. Muitos estudos têm demonstrado que níveis

elevados de colesterol total e colesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) são fatores de risco para doença coronariana e mortalidade. O conhecido Estudo de Framingham foi um dos primeiros a estabelecer uma relação estatística entre as *lipoproteínas séricas* e doença coronariana. Outros estudos importantes com grupos muito grandes e em vários países tem reforçado a noção de que o colesterol sérico é um fator de risco para a doença cardíaca coronariana.

Níveis elevados de colesterol sérico podem resultar de uma variedade de influências. Níveis de colesterol bastante elevados são geralmente devidos a hipercolesterolemia familiar, uma condição caracterizada por defeitos genéticos na atividade do receptor de LDL, que resultam em acúmulo de colesterol LDL no sangue. Elevados níveis de colesterol também podem ocorrer como efeito secundário de doenças, como hipotireoídismo, diabetes e nos alcoólatras. Comumente, os distúrbios do colesterol são caracterizados por hipercolesterolemia leve, moderada e, geralmente, são de origem alimentar. Fatores dietéticos, tais como gorduras saturadas, ácidos graxos *trans*, e a ingestão de fibras, podem influenciar os níveis de colesterol sérico.

## O PAPEL DAS FIBRAS NA REDUÇÃO DO COLESTEROL SÉRICO

As fibras têm sido implicadas na redução do risco de doença cardíaca coronariana. Grandes estudos epidemiológicos, como o *Nurses Health Study* e o *Scottish Heart Health Study*, demonstraram um risco reduzido de doenças coronárias nos homens e nas mulheres que consomem maiores quantidades de fibra dietética. As fibras solúveis, em particular, exercem um papel preventivo contra a doença coronariana, tendo a capacidade de baixar os níveis de colesterol sérico. Uma meta-análise recente sobre as fontes de fibras solúveis da pectina, do farelo de aveia, da goma guar e do psílio relatou uma pequena, mas significativa, redução nos níveis de colesterol sérico. Muitos outros estudos concluíram que uma ingestão elevada de fibra solúvel resulta na diminuição dos níveis de colesterol sérico. Esses estudos geralmente registraram uma diminuição nos níveis de colesterol total e LDL sem alterações no colesterol HDL (*High Density Lipoprotein*) ou triglicérides. Agora, já é reconhecido, de forma global, que a fibra solúvel constitui-se em uma intervenção viável para reduzir os níveis séricos de colesterol em quantidades clinicamente significativas, reduzindo assim um fator de risco

conhecido para a doença cardíaca coronariana.

O farelo de aveia, em particular, tem recebido grande atenção como fonte de fibra, contendo nível apreciável de fibra solúvel, e contribuindo para reduzir os níveis de colesterol plasmático em condições controladas. Os primeiros estudos analisaram o papel da aveia na redução do colesterol plasmático focado em dieta com complementação de aveia, sem muita modificação na ingestão de gorduras. Em 1963, foi publicado um estudo que complementava aveia sob a forma de pão para ser consumido diariamente por 21 voluntários do sexo masculino na faixa etária entre 30 e 50 anos. Em um período de três semanas, observou-se uma redução de 11% do colesterol sérico. Os estudos nesse sentido são muitos. De forma geral, verificou-se que uma dieta com baixo teor de gordura em conjunto com a ingestão de fibra solúvel, reduz o colesterol além dos níveis associados a uma dieta de baixa gordura sozinha.

Uma revisão da literatura demonstrou que o farelo de aveia tem mostrado, repetidamente, desempenhar um papel na redução dos níveis séricos de colesterol, sendo geralmente recomendado por nutricionistas e pela comunidade médica como uma parte importante da dieta. Uma meta-análise analisou os resultados de 10 ensaios e concluiu que ocorreu uma quantidade significativa de redução de colesterol, quando se ingeria pelo menos 3g de fibra solúvel de farelo de aveia, por dia. Além disso, observou-se que os indivíduos que apresentaram uma redução mais acentuada nos níveis de colesterol foram os que apresentaram as maiores concentrações de colesterol sérico no início do estudo. Apesar da riqueza de dados que suportam o desempenho do farelo de aveia na redução do colesterol sérico, uma questão permanece ambígua, que é a quantidade de farelo de aveia necessária para reduzir os níveis de colesterol sérico em quantidades clinicamente significativas. Os leigos devem entender que várias porções de farelo de aveia são necessárias por dia para reduzir o colesterol plasmático em uma quantidade apreciável. De fato, muitos dos estudos



que relataram reduções significativas nos níveis de colesterol sérico usaram doses muito elevadas de fibras solúveis de farelo de aveia. A maioria dos estudos tem utilizado de 3,4 a 17g de fibras solúveis de farelo de aveia para atingir níveis de colesterol total e reduções de LDL-colesterol, sendo os declínios mais fortes observados com maior utilização de fibras solúveis. Quando se considera que uma típica dose de aveia instantânea (1/2 xícara) contém de 1 a 2g de fibra solúvel, a realidade da mudança dos hábitos alimentares envolvidos se torna mais aparente. Na prática, pode ser difícil consumir níveis de fibra solúvel equivalentes as maiores quantidades utilizadas em alguns estudos! No entanto, com uma mudança moderada na dieta, é possível consumir farelo de aveia



suficiente para atender a menor parte do intervalo de valores experimentais utilizados anteriormente, o que resultaria em uma redução estatisticamente significativa dos níveis de colesterol sérico.

O antigo interesse no farelo de aveia tem levado à identificação dos  $\beta$ -glucanos como responsáveis pelo efeito benéfico nos níveis de colesterol. Além do farelo de aveia, a levedura também tem sido identificada como uma fonte concentrada de  $\beta$ -glucano e está sendo pesquisada pelo seu potencial como aditivo, comercialmente viável, em uma grande variedade de produtos alimentícios.

Estudos utilizando fibra de konjac-manana (uma fibra altamente solúvel, também conhecida como glucomanana) têm apresentado resultados promissores na redução dos fatores de risco para doença cardíaca coronariana. Indivíduos suplementados com uma média diária de 23g de konjac-manana, em forma de biscoitos, apresentaram uma menor relação de colesterol total/colesterol HDL e LDL, pressão arterial sistólica menor e melhora no controle glicêmico. Esses resultados foram significativamente melhores do que os obtidos com uma dieta idêntica usando farelo de trigo ao invés de konjac-manana, demonstrando, assim, a eficácia das fibras solúveis influenciando não apenas o colesterol, mas também outros fatores de risco de doença cardíaca coronariana. A fibra konjac-manana é também muito conhecida por possuir a mais elevada viscosidade de todos os tipos de fibras solúveis. O uso da fibra konjac-manana também pode levar a especulação de que as fibras altamente solúveis, como a konjac manana, podem ser mais eficazes na redução dos níveis de colesterol do que outras fibras solúveis. É preciso ter em mente, contudo, que o uso da konjac-manana implica na suplementação dos alimentos existentes, tais como pães ou biscoitos, ao invés de comer um produto real e tradicional, como cereais de aveia. Isso pode ser, na prática, extremamente relevante, pois é

muito mais simples para o consumidor comprar cereais instantâneos e comê-los diariamente no café da manhã do que comprar fibra konjac-manana e adicioná-la diariamente em outros alimentos que irá preparar ou cozinhar.

Outros tipos de fibras solúveis têm sido extensivamente estudados pela sua capacidade de reduzir o colesterol sérico. O *psyllium* ou psílio tem recebido atenção nos últimos anos como uma fibra solúvel que pode reduzir os níveis de colesterol. Trata-se de uma planta cujas hastes contêm pequenas sementes, cobertas por palha, que é a fonte da fibra. Há uma grande quantidade de fibra solúvel no psílio, na verdade, 71% do seu peso é derivado de fibra solúvel. Em contrapartida, apenas 5% do farelo de aveia, em peso, é composto de fibra solúvel, em outras palavras, a fibra solúvel em 1 colher de sopa de psílio é igual a 14 colheres de sopa de farelo de aveia.

Uma série de estudos com animais demonstrou que ratos alimentados com dietas controladas e suplementadas de fibra de psílio apresentaram uma diminuição significativa nos níveis de colesterol sérico. Um estudo, em particular, apresentou reduções de até 32% nos níveis de colesterol em ratos alimentados com dieta de 6% de psílio. Muitos estudos em humanos também têm demonstrado que o psílio é um agente eficaz. A suplementação de 10,2g por dia durante oito semanas em homens que consumiram uma dieta de 40% de gordura, resultou em uma redução de 14,8% no colesterol total e uma redução de 20,2% no colesterol LDL. Outro estudo com maior quantidade de psílio (15g/dia) apresentou uma mudança de colesterol LDL de 184mg/dl para 169mg/dl. Um outro estudo, ainda, mostrou que homens com diabetes tipo II suplementados diariamente com 10,2g de psílio por oito semanas também apresentaram uma queda de 8,9% no total de colesterol e declínio de 13% no colesterol LDL. Esse grupo de homens com diabetes tipo II também apresentaram melhora do controle glicêmico. Os resultados de uma meta-análise que examinou 12 estudos

concluiu que o consumo de psílio na dieta está vinculado com a redução do colesterol total e do colesterol LDL. Apesar dele não atrair tanta atenção em comparação com o farelo de aveia, há evidências de que ele pode realmente ser mais eficaz como um agente na dieta para baixar os níveis de colesterol. Um estudo com ratos comparou 10 diferentes tipos de fibras dietéticas e concluiu que o *psyllium* foi o mais eficaz na redução dos níveis de colesterol sérico. Um estudo com seres humanos que usaram farelo de aveia e psílio, apresentou uma redução equivalente dos níveis de colesterol total e LDL; nesse estudo foi usada metade da quantidade de *psyllium* em comparação com a quantidade de farelo de aveia utilizada. Esses estudos levaram à conclusão de que a fibra de psílio pode realmente ser mais eficaz na redução dos níveis de colesterol e, portanto, pode ser consumida em quantidades menores para obter os resultados desejáveis. Já em 1998, a FDA aprovou os rótulos, em cereais suplementados com *psyllium*, de que o seu consumo regular como parte de uma dieta baixa em gorduras pode reduzir os níveis de colesterol.

## OS MECANISMOS PARA REDUÇÃO DO COLESTEROL SÉRICO PELAS FIBRAS

Há vários mecanismos possíveis em que a fibra solúvel reduz os níveis de colesterol sérico, sendo que muitos estão relacionados com a capacidade da fibra solúvel de formar gel viscoso no trato intestinal. Entre esses potenciais mecanismos estão a redução da absorção do colesterol na presença das fibras solúveis, o aumento da excreção de ácidos biliares, a alteração do tipo de ácidos biliares presentes no intestino, e

possíveis influências na produção de ácidos graxos de cadeia curta pela flora intestinal após a síntese do colesterol.

Uma das teorias é de que a fibra solúvel reduz o colesterol plasmático através de sua capacidade de se ligar aos ácidos biliares no trato gastrointestinal; com isto, a formação de micelas é alterada e a reabsorção dos ácidos biliares é dificultada, resultando na excreção do complexo bile-fibra através das fezes. Existem duas classes de ácidos biliares, os primários e os secundários. Os ácidos biliares primários (ácido cólico e ácido quenodeoxicólico) são aqueles sintetizados diretamente a partir do fígado, enquanto que os ácidos biliares secundários (ácido deoxicólico e litocólico) são produzidos após a modificação dos ácidos biliares primários pela ação bacteriana no cólon. Estudos demonstraram que o consumo de farelo de aveia aumentou duas vezes mais a perda de ácidos biliares, especificamente de ácido deoxicólico (ácido biliar secundário) em 240% em seres humanos. Os estudos também concluíram que o reservatório de ácidos biliares não diminuiu, embora a excreção de ácidos biliares tenha sido maior. Outro estudo com humanos sobre a fibra solúvel psílio apresentou aumento da circulação de ambos os ácidos biliares. Esses estudos apontam para o fato de que a excreção de bile aumenta quando grandes quantidades de fibras solúveis são ingeridas. Geralmente, a bile é reabsorvida no intestino grosso e reutilizada na emulsificação das gorduras, no entanto, uma vez que uma reserva constante é necessária, a bile excretada deve ser substituída para manter os níveis adequados de bile para as necessidades digestivas. Teoricamente, isso indicaria que a síntese de ácidos biliares aumentaria nessas condições e, de fato, um aumento da síntese dos ácidos biliares também foi observada em indivíduos que consomem grandes quantidades de fibras solúveis. Especificamente, a síntese de ácido deoxicólico aumenta com o consumo de uma dieta rica em fibras. Isso pode ter efeitos mais benéficos, uma vez que foi demonstrado que o ácido deoxicólico diminui a absorção do colesterol na dieta.

A substituição da biliar pode ser obtida de duas maneiras: (1) mais colesterol hepático pode ser dedicado para a síntese da bile ao invés de ser jogado na circulação como lipoproteína de baixa densidade (VLDL), e (2) aumento da demanda de colesterol hepático terá regulação ascendente sobre a síntese e atividade dos receptores de LDL, permitindo que uma maior quantidade de VLDL e LDL remanescentes sejam retirados da circulação. O efeito global dessas alterações é a redução nos níveis de LDL e colesterol total. No que



diz respeito ao primeiro ponto, estudos realizados em animais demonstram aumento da taxa de síntese do colesterol no fígado de hamsters alimentados com *psyllium*. Especificamente, a atividade enzimática da HMG CoA redutase, enzima limitante para a síntese do colesterol hepático, aumentou de três a quatro vezes em hamsters alimentados com fibra solúvel. Acredita-se que esse efeito seja mediado transcricionalmente, já que os níveis de RNAm tiveram incrementos similares no mesmo modelo.

Alterações da atividade do receptor de LDL também são possíveis sob a influência da fibra psílio; porém, isso ocorreu em animais de laboratório alimentados com dietas ricas em gordura e alto colesterol. Normalmente, o consumo de uma dieta rica em gordura tende a deprimir a atividade do receptor de LDL, mas os hamsters alimentados com alto teor de gordura e dietas ricas em colesterol, em conjunto com fibra dietética solúvel, apresentaram uma restauração da expressão do receptor de LDL a níveis normais.

A análise dos efeitos do consumo de farelo de aveia revelou uma divergência no mecanismo de ação entre as fibras solúveis de aveia versus as de *psyllium*. Ambas possuem a capacidade de ligar-se a ácidos biliares e facilitar a sua excreção; no entanto, diferem em sua influência secundária sobre a síntese do colesterol hepático. Como já mencionado acima, animais alimentados com fibra de psílio apresentaram um aumento da síntese do colesterol hepático. Paradoxalmente, a fibra solúvel de farelo de aveia deprime a síntese de colesterol hepático. A fermentação bacteriana das fibras solúveis da aveia resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta, especificamente propionato, que são absorvidos no cólon e chegam ao fígado através da veia porta hepática. Dados de estudos *in vitro* demonstraram inibição da síntese de colesterol hepático e ácidos graxos sob a influência do propionato. O aparente paradoxo da fibra *psyllium* aumentar a síntese do colesterol e da fibra de aveia diminuí-la pode ser explicado pelo fato de que a fibra de psílio é muito pouco fermentada pelas bactérias no cólon: portanto, pouco propionato é produzido para diminuir a síntese do colesterol hepático.

## ALEGAÇÕES DE SAÚDE

A FDA permite que os fabricantes de alimentos usem determinadas alegações de saúde relacionadas com a associação entre fibras dietéticas e risco reduzido de doenças cardíacas. Por exemplo, após a revisão da literatura científica, a FDA reconheceu a relação entre frutas, verduras e grãos que contêm fibra, especialmente fibra solúvel, e o risco reduzido de doenças coronárias. Alimentos que se aplicam aos créditos relacionados com a saúde incluem frutas, legumes, pães com grãos inteiros, e cereais. Para se qualificar, os alimentos devem atender a critérios de baixa gordura saturada, baixa gordura e baixo colesterol. Os alimentos deverão conter, sem

fortificação, no mínimo 0,6g de fibra solúvel por quantidade de referência e o teor de fibras solúveis deve ser listado no rótulo. A alegação de saúde deve usar os termos: *fibra*, *fibra alimentar*, *alguns tipos de fibras alimentares*, *algumas fibras alimentares*, ou *algumas fibras* e *doença cardíaca coronariana* ou *doença cardíaca*. O termo *fibra solúvel* pode ser adicionado. Um exemplo de alegação de saúde pode ser:

*“Dietas com baixo teor de gordura saturada e colesterol e ricas em frutas, vegetais e grãos, que contêm alguns tipos de fibras alimentares, especialmente fibras solúveis, podem reduzir o risco de doença cardíaca, uma doença associada a muitos fatores.”*

Mais especificamente para a fibra solúvel, a FDA reviu e autorizou duas fontes de fibras solúveis (aveia e *psyllium*) para serem utilizadas em alegação de saúde no que diz respeito à redução do risco de doença cardíaca coronária (veja Tabela 5). Ao fazer isso, a FDA reconheceu que, em conjunto com uma dieta de baixo colesterol e baixa gordura saturada, alguns alimentos ricos em fibras solúveis podem influenciar favoravelmente os níveis de lipídios no sangue, como o colesterol total e, portanto, oferecer menor risco de doença cardíaca.

Alguns alimentos incluem *muffins* de aveia, *cookies*, pães e outros alimentos feitos com aveia em flocos, farelo de aveia ou farinha de aveia; cereais matinais quentes e frios com aveia integral ou casca da semente de *psyllium*; e suplementos alimentares contendo casca

de sementes de *psyllium*. Mais uma vez deve-se ressaltar que para o fabricante de alimentos utilizar tal alegação de saúde sobre o rótulo, os alimentos devem atender a critérios de “baixa gordura saturada”, “baixo colesterol”, e “baixo teor de gordura”. O alimento deve fornecer aveia integral em, no mínimo, 0,75g de fibra solúvel por porção. Alimentos que contêm casca de sementes de *psyllium* devem conter, no mínimo, 1,7g de fibra solúvel por porção. Além disso, a alegação deve indicar a ingestão dietética diária da fonte de fibra solúvel necessária para reduzir o risco de doença cardíaca. O pedido também deve indicar a contribuição que uma porção do produto fará no nível de consumo. E, ainda, o teor de fibras solúveis deve ser indicado no rótulo nutricional. Na alegação de saúde, o fabricante de alimentos deve indicar a fibra solúvel qualificada pelo nome da fonte elegível da fibra solúvel e descrever a doença cardíaca ou doença arterial coronariana associada ao nutriente. Um exemplo de tal alegação pode conter a seguinte redação:

*“Dietas pobres em gordura saturada e colesterol que incluem 3g de fibra solúvel de aveia por dia podem reduzir o risco de doença cardíaca. Uma porção deste produto de aveia integral fornece 3g de fibra solúvel.”*

Outro exemplo:

*“Comer fibra solúvel em alimentos, tais como o psyllium, como parte de uma dieta baixa em gordura saturada e colesterol pode reduzir o risco de doença cardíaca.”*

TABELA 5 – CONTEÚDO TOTAL DE FIBRAS SOLÚVEIS E DE FARELOS DE CEREAIS SELECIONADOS		
Fonte de farelo bruto (100g)	Fibra dietética total (g)	Fibra solúvel (g)
Farelo de trigo (1 2/3 copos)	42	3
Farelo de aveia (2/3 copos)	16	7
Farelo de arroz (1 copo)	22 - 24	3 - 9
Farelo de milho (1 ¼ copo)	85	2 - 3