

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Curso de Engenharia de Alimentos

FUNCIONALIDADE DA FIBRA ALIMENTAR EM BARRAS DE CEREAIS

Ana Paula Pasqualotto

Porto Alegre

2009/2

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Curso de Engenharia de Alimentos

FUNCIONALIDADE DA FIBRA ALIMENTAR EM BARRAS DE CEREAIS

Ana Paula Pasqualotto

Monografia apresentada ao Curso
de Engenharia de Alimentos para
obtenção do Título de Engenheiro
de Alimentos.

Orientador: Prof. Alessandro de
Oliveira Rios.

Porto Alegre
2009/2

FUNCIONALIDADE DA FIBRA ALIMENTAR EM BARRAS DE CEREAIS

Ana Paula Pasqualotto

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Alessandro de Oliveira Rios (Orientador)

Doutor em Ciência de Alimentos

ICTA/UFRGS

Plinho Francisco Hertz

Doutor em Ciência de Alimentos

Simone Hickmann Flôres

Doutora em Engenharia de Alimentos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e por mais essa conquista.

À minha família, agradeço todo amor, compreensão, carinho e respeito.

À UFRGS, pela oportunidade de utilizar toda sua infra-estrutura para a consolidação do meu conhecimento.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS, por permitir meu contato com professores de sólido conhecimento, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Alessandro O. Rios, pela amizade, orientação e confiança.

Ao Prof. Caciano Zapata, pelo estímulo e ensinamentos.

À Giovana, Ana, Sâmia, Carolina, Graciela, Mariana, Vanessa, Juliana, Fabiana, Jaslim e Paula, pela amizade, momentos convividos, companheirismo e conselhos.

Ao João Henrique da Silva pela amizade, troca de conhecimento e grande ajuda na obtenção de bibliografia.

Aos funcionários do ICTA, principalmente ao Márcio, pela colaboração e apoio na revisão desse trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

A explosão do interesse dos consumidores em alimentos funcionais é justificada pela necessidade de melhoria da saúde. Durante a última década, o termo funcional, aplicado aos alimentos, tem assumido diferente conotação que é a de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além daquele de satisfazer as necessidades nutricionais básicas. Um exemplo disso são as fibras dietéticas. A ingestão de fibra dietética em níveis moderados mostrou-se eficaz para a regulação dos níveis plasmáticos de glicose, colesterol e triglicerídios, assim como na prevenção de certas enfermidades degenerativas ou crônicas (arteriosclerose, diabetes, etc.). Em vista disso, busca-se cada vez mais a inserção de fibras na alimentação mediante produtos versáteis, portáteis, que tragam prazer no seu consumo. Neste sentido, vários alimentos ricos em fibras, e contendo até proteínas, minerais e vitaminas, vêm sendo elaborados em todo o mundo como, por exemplo, as barras de cereais. As barras de cereais conquistaram seu espaço em virtude da sua relação com saúde, pois contêm fibras e baixo teor de gordura, além de serem de fácil consumo, visto que não necessitam de nenhum tipo de preparo. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica abordando assuntos sobre os benefícios da ingestão de fibras alimentares e a inserção da barra de cereais na alimentação como uma fonte de fibras. Além disso, foi sugerida a realização de um estudo experimental a fim de desenvolver uma barra de cereais com alto teor de fibra alimentar.

Palavras-chaves: alimentos funcionais. fibras dietéticas. barra de cereais.

LISTA DE ABREVIações

ADA	American Dietetic Association
AGCC	Ácido Graxo de Cadeia Curta
AGV	Ácido Graxo Volátil
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AR	Amido Resistente
CCR	Câncer Colorretal
CRA	Capacidade de Retenção de Água
FOS	Frutooligossacarídeo
FOSHU	Foods Specified Health Use
GLP	Glucagon Like Peptide
PIB	Produto Interno Bruto
PIQ	Padrão de Identidade e Qualidade
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid
MUFA	Monounsaturated Fatty Acid

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Classificação dos alimentos funcionais	22
Quadro 2:	Definição de Fibra Dietética, Autor e Termo Recomendado	33
Quadro 3:	Classificação, tipos, fontes e ações das fibras dietéticas.	36
Quadro 4:	Classificação das fibras e substâncias semelhantes a elas Propriedades físico/químicas das fibras e substâncias semelhantes a elas.	36 46
Quadro 5:		
Quadro 6:	Composição nutricional de barras de cereais.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Estrutura base dos flavonóides	23
Figura 2:	Estrutura molecular de ômega-3	24
Figura 3:	Estrutura molecular da lignina	37
Figura 4:	Estrutura molecular da celulose	38
Figura 5:	Estrutura molecular da pectina	39
Figura 6:	Representações das formas D- e L-glicose em cadeias abertas e α -D-glicose e β -L-glicose em cadeia fechada	42
Figura 7:	Em baixas concentrações, as moléculas movem-se independentemente através da solução; em concentrações mais elevadas, as moléculas entrelaçam-se, tornando a solução viscosa	43
Figura 8:	Fluxograma de produção de barra de cereais	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Definição do Problema	10
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	14
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	14
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	15
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
3	DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	17
3.1	Revisão Teórica	17
3.1.1	<i>Alimento Funcional</i>	17
3.1.1.1	Definição	17
3.1.1.2	Breve Histórico	19
3.1.1.3	Classificação	20
3.1.1.4	Legislação	25
3.1.1.5	Papel na Economia	28
3.1.2	<i>Fibra Alimentar</i>	30
3.1.2.1	Visão Global	30
3.1.2.2	Definição	33
3.1.2.3	Classificação	35
3.1.2.4	Tipos	37
3.1.2.5	Recomendação Diária e Legislação	40
3.1.2.6	Propriedades Físico/Químicas da Fibra	41
3.1.2.7	Fibra Dietética e seus Efeitos Fisiológicos	46
3.1.2.8	Fibra Dietética e sua Relação Com Doenças	50
3.1.2.9	Efeito Potencial Adverso da Fibra Dietética	60
3.1.3	<i>Barra de Cereais</i>	61
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5	REFERÊNCIAS	74

1. INTRODUÇÃO

1.1 *Definição do Problema*

O Brasil encontra-se numa fase de transição nutricional, que consiste na substituição de um padrão de doenças e mortes característico de um estágio histórico de subdesenvolvimento econômico, social e de saúde, por outro padrão semelhante ao modelo atual dos países desenvolvidos. No caso específico do Brasil, é interessante observar uma característica singular: ao mesmo tempo em que os índices de obesidade se elevam, os de carência nutricional (anemia) também seguem um perfil parecido (FILHO, 2008).

Filho et. al (2003) configuram a transição nutricional como um processo composto de quatro etapas: (1) desaparecimento, como evento epidemiológico significativo, do “*kwashiorkor*”, ou desnutrição edematosa, aguda e grave, com elevada mortalidade, quase sempre causada por uma doença infecciosa de elevado impacto patogênico, como o sarampo, atuando sobre uma criança já previamente desnutrida; (2) desaparecimento do marasmo nutricional, caracterizado pela perda elevada e até extrema dos tecidos moles (massa adiposa e muscular, principalmente), de instalação lenta, habitualmente associado a doenças infecciosas de duração prolongada, como a otite crônica, pielonefrites, tuberculose, diarréias protraídas e extensas piodermites; (3) a terceira fase teria como representação o aparecimento do binômio sobrepeso/obesidade, em escala populacional e (4) a última etapa da transição, se configura na correção do déficit estatural.

Nessa transição nutricional, os hábitos comuns convergem para uma dieta rica em gordura (principalmente de origem animal), açúcar, alimentos refinados, porém carente em carboidratos complexos e fibras. Tal aumento de fornecimento de energia pela dieta, e redução da atividade física, caracteriza o chamado estilo de vida ocidental contemporâneo (KUMANYAKA, 2001).

Considerando-se que a constituição genética humana é a mesma desde o início da revolução agrícola, há 10 mil anos, pode-se questionar que fator ocasionou o surgimento do estilo de vida ocidental contemporâneo ou “dieta ocidental”. Na alimentação do homem no período pré-agrícola: os alimentos não eram energéticos, mas sim protéicos, e era muitas vezes maior do que o atual o consumo de fibras e vitaminas. O homem gastava energia no processo de obtenção da carne e do peixe e a repunha coletando mel de colméias e consumindo gorduras sólidas, que eram escassas nos animais selvagens que caçava. Além disso, por serem nômades obtiam um sortimento de frutas e outros vegetais, como folhas e sementes (FELICIO, 2005).

Poucos viviam por muitos anos a ponto de sofrer de doenças degenerativas. Foi nesse ambiente que se deu a formação do elemento humano com seus requisitos nutricionais que persistem até os dias de hoje. No entanto os hábitos alimentares e os estilos de vida foram mudando com o tempo, até a revolução industrial, quando teve início uma constante onda de transformações na alimentação. Tal transformação fez com que a humanidade se tornasse dependente de cereais refinados como fontes de energia, com grandes implicações na saúde, dado que o consumo de carboidratos de rápida assimilação faz aumentar a resistência à insulina, conduz à obesidade e predispõe o organismo a doenças crônicas (FELICIO, 2005).

Assim, pode-se observar que são vários fatores que influenciaram e ainda influenciam o estilo de vida atual da população, como por exemplo, a alimentação, a industrialização, o sedentarismo, a globalização, entre outros. Portanto, hábitos e práticas alimentares são construídos com base em determinações socioculturais onde, no mundo contemporâneo, a mídia desempenha papel estruturador na construção e desconstrução de procedimentos alimentares. Deve-se ainda acrescentar que a televisão contribui para a delimitação do estilo de vida ocidental mediante a propagação de incentivo ao consumo.

Estudos realizados a nível mundial mostram que a condição nutricional da população está intimamente relacionada com o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis. Na Inglaterra, somente 2 a 4% de sua população consome a

quantidade recomendada de gordura saturada, e segundo a Organização Mundial da Saúde tal quantidade deve ser inferior a 10% do total da energia ingerida diariamente, e 5 a 25% atende a recomendação de consumo de fibras alimentares (25-30g diárias) (WHO, 2002). No Brasil, o número de pesquisas relacionadas ao consumo de fibras tem crescido significativamente, dada a importância na ingestão das mesmas para prevenção de doenças, como a doença diverticular do cólon, câncer colorretal e *diabetes mellitus*.

Madruca et al. (2006), investigaram o hábito de consumo de fibras alimentares de 3.993 indivíduos da cidade de Pelotas-RS, com idade igual ou superior a 10 anos, entre os meses de outubro e dezembro de 2005, e concluíram que 65% desses não consomem fibras alimentares adequadamente. O estudo ainda indicou que 78% dos adolescentes apresentam hábito inadequado de consumo de fibras alimentares quando comparados aos adultos (64%) e aos idosos (55%). Os indivíduos de menor nível socioeconômico também apresentaram maiores percentuais de consumo inadequado em relação aos de níveis socioeconômicos mais altos.

Neutzling et al. (2007), que também avaliaram 4.452 adolescentes (10 a 12 anos) da cidade de Pelotas-RS, nos anos 2004 e 2005, constataram que a maioria dos jovens (83,9%) consumia dieta pobre em fibra, e mais de um terço deles (36,6%) consumia dieta rica em gordura. O nível socioeconômico e a escolaridade materna mostraram-se diretamente associados com a prevalência de consumo de dietas ricas em gordura.

Segundo Mattos et al. (2000), que estudaram uma amostra da população do município de Cotia/SP composta por 559 indivíduos com mais de 20 anos, relataram um baixo consumo de fibras alimentares, similar aos encontrados por Federmann (1994) que investigou o consumo de fibras em indivíduos diabéticos, verificando que 92% deles apresentaram ingestões abaixo das recomendações.

Outro estudo realizado em Ribeirão Preto-SP, por Pallos et al. (2006), comparou o estado nutricional e o consumo alimentar de 575 indivíduos adultos, com características socioeconômicas distintas e em dois momentos

diferentes, 1991/93 e 2001/03. Nessa comparação observou-se que o consumo de frutas, hortaliças, verduras e fibras aumentou de 1991/93 para 2001/03, em porcentagens distintas entre esses grupos de alimentos, entretanto a ingestão permaneceu bem abaixo dos níveis recomendados.

1.2. Justificativa

A ligação entre uma alimentação equilibrada e saúde está sendo, cada vez mais, evidenciada às pessoas, seja através de revistas, reportagens de televisão ou artigos de jornais, indicando que os hábitos alimentares exercem grande influência sobre o crescimento, desenvolvimento e saúde geral dos indivíduos.

Pesquisas têm mostrado que dietas ricas em fibras protegem contra obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e alguns tipos de câncer (KEY, 2003), e ainda aumenta a saciedade e o volume fecal, servindo como meio de fermentação para a microflora bacteriana intestinal. Além disso, estudos clínicos e epidemiológicos sugerem que a gordura tem importante papel no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (OH, 2005).

Conforme Salmeron et al. (1997), o risco de desenvolver diabetes está ligado inversamente ao consumo de fibra de cereal e positivamente associado com a carga glicêmica. Os pesquisadores afirmaram que os grãos deveriam ser consumidos pouco refinados para reduzir a incidência de diabetes.

Friedrich (2008) menciona que uma dieta pobre em fibras pode levar a constipação crônica e condições associadas, como diverticulite, considerados fatores de risco para o câncer colorretal (CCR).

Apesar dessas evidências, o consumo de dietas ricas em gordura e pobres em frutas, vegetais e cereais integrais ainda é elevado tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento (OH, 2005).

Em vista disso, torna-se importante determinar um meio para que os indivíduos possam ter acesso a alimentos ricos em fibras e ao mesmo tempo saborosos o suficiente, garantindo prazer no seu consumo.

Uma alternativa promissora seriam os *snacks*, definidos como refeições pequenas, leves ou substanciais, podendo estar relacionados com os atributos descritos como “saudável” e/ou “diversão”. Além disso, tais produtos são portáteis, nutritivos e convenientes, se adequando à rotina das pessoas. Uma categoria que tem se destacado dentre os *snacks* são as barras de cereais, sendo que nos últimos anos, esta vem apresentando um considerável crescimento nas vendas (TETTWEILER, 1991).

Dentro deste contexto, o presente trabalho visa abordar diferentes pesquisas que indicam que o aumento da ingestão de fibras na alimentação pode trazer benefícios à saúde, como por exemplo, na prevenção de certas doenças e que o simples fato de consumir barras de cereais diariamente pode contribuir para tal benefício.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

- Analisar estudos publicados sobre funcionalidade de fibra alimentar na área de ciência e tecnologia de alimentos e na área da saúde e discutir a inserção da fibra alimentar na dieta do brasileiro por meio de barra de cereais.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Discutir a ação dos alimentos funcionais na saúde;
- Relacionar os efeitos sobre a saúde de uma dieta pobre em fibras;
- Relacionar estudos referentes à ação das fibras alimentares e prevenção de diferentes doenças;
- Discutir a opção pela barra de cereais como meio de aumentar o consumo de fibra alimentar.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, buscou-se embasamento em livros, monografias, dissertações, teses, reportagens e em artigos científicos publicados nas bases de dados SCIELO e Periódico CAPES. As palavras-chaves utilizadas para a pesquisa foram: “dietary fiber”, “cereal bar”, “fibra alimentar” e “barra de cereais”.

Este estudo aborda, em uma revisão bibliográfica, uma análise e síntese das principais pesquisas publicadas que evidenciam o benefício do consumo de fibra alimentar, assim como o inadequado hábito alimentar brasileiro. Em vista disso, sugere-se a barra de cereais como alternativa para suprir essa carência na alimentação, além de ser um produto conveniente, agradável, de custo acessível e, principalmente, de garantir prazer ao ser consumido.

Os artigos científicos que contribuíram para essa discussão estão compreendidos entre o período 1990 e 2008.

3. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

3.1. Revisão Teórica

3.1.1. Alimento Funcional

3.1.1.1 Definição

Do tempo em que os homens eram nômades até os dias atuais muitas foram as mudanças. Hoje se procuram alimentos que além de suas funções nutricionais, também possuam funções fisiológicas com ação na promoção de saúde e prevenção de doenças. Logo, a qualidade de vida está associada à qualidade da dieta que se consome, assim como ao estilo de vida (BIANCO, 2008).

Assim surgiram os alimentos funcionais, uma nova concepção de alimento lançada pelo Japão na década de 80 através de um programa de governo com o objetivo de desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida. Em 1991 os alimentos funcionais foram regulamentados com a denominação de "Foods for Specified Health Use" (FOSHU). Atualmente, 100 produtos estão licenciados como alimentos FOSHU no Japão (ARABBI, 2001; BIANCO, 2008).

A idéia de "funcionalidade" reflete uma grande mudança de atitudes na relação entre dieta e saúde. Os nutricionistas têm se focado em identificar uma "dieta balanceada", garantindo uma ingestão adequada de nutrientes, evitando certos desequilíbrios alimentares (por exemplo, o consumo excessivo de gordura, colesterol e sal). No entanto, o foco, atualmente, está na obtenção de "nutrição otimizada", maximizando a expectativa de vida e qualidade através da identificação de ingredientes alimentares que, quando

adicionado a uma "dieta balanceada", melhoram a capacidade de resistir à doença e melhoram a saúde. Os alimentos funcionais se encaixam perfeitamente nessa nova tendência de nutrição otimizada (JONES, 2002).

Segundo Lajolo (2003) alimento funcional é aquele semelhante em aparência ao convencional, que deve ser consumido como parte da dieta usual, produzindo efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas.

Sgarbieri; Pacheco (1999) definem alimento funcional como sendo qualquer alimento, natural ou preparado, que contenha uma ou mais substâncias, classificadas como nutrientes ou não nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos, para a saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorar a saúde e a expectativa de vida das pessoas.

Segundo Gibson (2000) um alimento pode ser considerado como "funcional" se este demonstrar afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além da nutrição adequada, de uma forma que melhore a saúde e bem-estar ou reduza o risco de doenças.

Para Jones (2002) os alimentos funcionais são definidos amplamente como alimentos que fornecem mais do que uma simples nutrição, propiciando benefícios fisiológicos adicionais para o consumidor.

Roberfroid (2001) destaca as seguintes ações dos Alimentos Funcionais no organismo:

- Fisiologia do Trato Digestivo: funções associadas à flora bacteriana, imunidade, biodisponibilidade de micronutrientes, modulação da proliferação epitelial.
- Sistema Antioxidante: defesa contra o estresse oxidativo, através de determinadas vitaminas, com efeito protetor contra a aterosclerose, alguns tipos de câncer e o envelhecimento.

· Metabolismo de Macronutrientes: redução de efeitos patológicos decorrentes da resistência à insulina, prevenindo doença cardiovascular por reduzir a glicemia e colesterolemia.

Diante disso, pode-se dizer que o conceito de alimento funcional é atribuído a qualquer alimento ou ingrediente modificado que proporcione algum benefício à saúde do ser humano, além do fornecimento tradicional de nutrientes (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 1999; PADILHA; PINHEIRO, 2004).

3.1.1.2 Breve Histórico

A idéia de que os alimentos poderiam ser utilizados para prevenir e tratar doenças surgiu há mais ou menos 2.500 anos atrás, quando Hipócrates declarou “faça do seu alimento seu medicamento”. Desde essa época, muitos componentes como vegetais, folhas, flores, raízes e cascas, foram utilizados para tratar enfermidades específicas. Assim sendo, os alimentos funcionais sempre estiveram presentes na história humana, porém, apenas recentemente receberam esta denominação (EVANGELISTA, 2005).

De acordo com Heasman; Mellentin (2001) os japoneses foram os pioneiros no desenvolvimento dos alimentos funcionais. O médico Minora Shirota descobriu os benefícios da bactéria *Lactobacillus casei* para a regulação do trânsito intestinal na década de 1930, quando trabalhava com indivíduos de baixa renda e mal nutridos. Ele fundou a Companhia Yakult Honsha em 1955 e começou a produzir as garrafinhas de leite fermentado que alcançaram progressivamente um sucesso mundial.

No ano de 1984, a Cia. Kellogg, nos Estados Unidos, lançou sua campanha publicitária do cereal matinal All-Bran, baseada em alegações de saúde: uma dieta rica em fibra e pobre em gordura reduziria o risco de desenvolver certas formas de câncer. Desde então, a maioria das multinacionais do ramo alimentar, como a Danone, a Nestlé, a Unilever etc., passaram a lançar seus produtos funcionais (HEASMAN; MELLENTIN, 2001).

Entre os fatores que explicam o êxito dos alimentos funcionais, Hasler (2000) cita a preocupação crescente pela saúde e pelo bem estar, mudanças na regulamentação dos alimentos e a crescente comprovação científica das relações existentes entre dieta e saúde.

Craveiro; Craveiro (1999) ainda relatam que muitas evidências científicas têm sido acumuladas dia após dia, dando suporte e mostrando a eficácia dos alimentos funcionais na prevenção e no tratamento de muitas doenças. Em virtude disso, um produto que já obteve a classificação como alimento funcional no Japão, foi a quitosana, uma fibra solúvel de origem animal que apresenta propriedade de absorver e excretar a gordura advinda da alimentação, além de auxiliar na redução do colesterol através da excreção de ácidos biliares.

Estima-se que atualmente exista cerca de 3.000 variedades de alimentos direcionados para a saúde na China, o que corresponde a um total de vendas aproximado de dois bilhões de dólares (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 1999).

No Brasil, desde o início da década de 90 já existiam na Secretaria de Vigilância Sanitária pedidos de análise para fins de registro de diversos produtos até então não reconhecidos como alimentos funcionais, dentro do conceito tradicional de alimento. Com o passar dos anos, além do aumento do número de pedidos, aumentou também a sua variedade e os apelos e divulgação nos meios de comunicação desses produtos.

3.1.1.3 Classificação

Os alimentos e ingredientes funcionais podem ser classificados de dois modos: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no

crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (ROBERFROID, 2001).

Roberfroid (2001) ainda apresenta as seguintes características dos alimentos funcionais:

- a) devem ser alimentos convencionais e serem consumidos na dieta normal/usual;
- b) devem ser compostos por componentes naturais, algumas vezes, em elevada concentração ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam;
- c) devem ter efeitos positivos além do valor básico nutritivo, que pode aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de ocorrência de doenças, promovendo benefícios à saúde além de aumentar a qualidade de vida, incluindo os desempenhos físico, psicológico e comportamental;
- d) a alegação da propriedade funcional deve ter embasamento científico;
- e) pode ser um alimento natural ou um alimento no qual um componente tenha sido removido;
- f) pode ser um alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada;
- g) pode ser um alimento no qual a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada.

Já Pimentel et al. (2005) classificam os alimentos funcionais de acordo com a natureza química e molecular, dividindo-os em sete categorias que estão apresentadas na Quadro 1 .

Quadro 1: Classificação dos alimentos funcionais.

Isoprenóides	Carotenóides Saponinas Tocotrienos Tocoferóis Terpenos simples
Compostos Fenólicos	Cumarinas Taninos Lignina Antocianinas Isoflavonas Flavonóides
Proteínas, aminoácidos e afins	Aminoácidos Compostos Alil-S Isotiocianatos Folato Colina
Carboidratos e derivados	Ácido ascórbico Oligossacarídeos Polissacarídeos não amiláceos
Ácidos graxos e lipídios	PUFA ômega-3 MUFA Lecitina Esfingolipídeos
Minerais	Ca – cálcio Se – selênio K – potássio Cu – cobre Zn – zinco
Microbióticos	Probiótico Prebiótico

Fonte: Pimentel et al. (2005).

No grupo dos isoprenóides, se enquadram os carotenóides, grupo de pigmentos vegetais que emprestam sua cor a vegetais como a cenoura e o tomate; as saponinas, encontradas principalmente na alfafa, grão de bico, lentilha, espinafre, ervilha e beterraba; os tocotrienos; os tocoferóis, grupo de

vitaminas lipossolúveis encontradas em abundância em fígado de animais e nos vegetais como germe de trigo, semente de algodão, arroz, cereais integrais e alface; os terpenos simples, um grupo de substâncias aromáticas vegetais, voláteis, como o mirceno das folhas de louro, o limoneno do limão e o zingibereno do gengibre (PIMENTEL, 2005).

Segundo Anjo (2004) os compostos fenólicos mais importantes são os ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos), os polifenóis e os flavonóides. Dentro do grupo dos flavonóides destacam-se as flavonas, flavanonas, flavanóis, catequinas e antocianinas. Tais compostos estão presentes em vinhos, chá verdes, chá preto e soja.

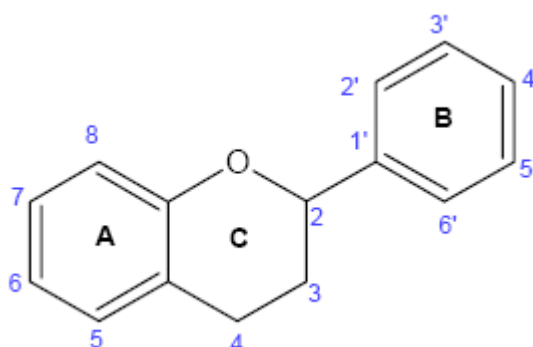


Figura 1: Estrutura base dos flavonóides.

No terceiro grupo, constituído pelas proteínas e aminoácidos afim, podemos encontrar os aminoácidos, os compostos Alil-S, os isotiocianatos, o folato, qualquer sal ou éster do ácido fólico e colina, uma vitamina participante do complexo B (PIMENTEL, 2005).

O quarto grupo é composto pelos carboidratos e seus derivados. Nele podemos encontrar substâncias como o ácido ascórbico, conhecido comumente como vitamina C e encontrada em frutas como a laranja, a acerola e o maracujá; os oligossacarídeos e polissacarídeos, que são conhecidos como fibra alimentar (ANJO, 2004; PIMENTEL, 2005).

No quinto grupo, encontramos alguns ácidos graxos como o ômega 3, PUFA (polyunsaturated fatty acid) e MUFA (monounsaturated fatty acid), encontrados principalmente em peixes de água fria, sementes de linhaça

douradas, canola e gérmen de trigo; a lecitina, pertencente a uma classe de lipídeos complexos presentes em todos os tecidos animais e vegetais, e particularmente abundante na gema do ovo e no tecido nervoso; e os esfingolipídeos, lipídeos que contém uma base de cadeia longa (PIMETEL, 2005).

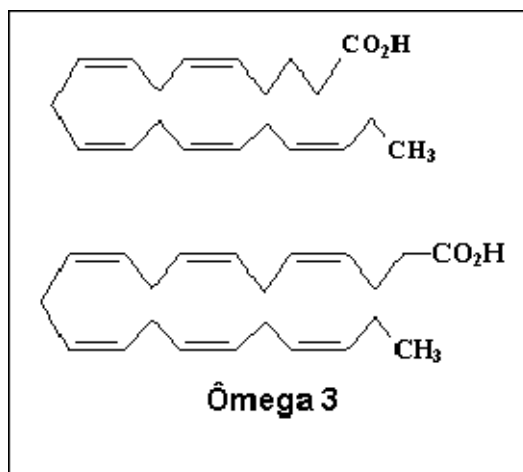


Figura 2: Estrutura molecular de ômega-3.

No grupo dos minerais destacam-se principalmente o cálcio, o selênio, o potássio, o cobre e o zinco. O cálcio é encontrado no leite, agrião, espinafre, entre outros. As principais fontes do selênio são frutos do mar e carne bovina. O potássio encontra-se em peixes, leite e cereais. O cobre está presente no fígado, frutas secas e nozes. Por fim, o zinco encontra-se em ostras, mariscos, nozes e feijão.

Por último, encontramos os probióticos e prebióticos, classificados como microbióticos. Os prebióticos são alimentos a base de fibras e os probióticos por sua vez constituem-se de um alimento que incorpora microrganismos vivos (como lactobacilos e bifidobactérias, por exemplo), e que, consumido em quantidades suficientes, deve produzir efeitos benéficos para a saúde e para o bem estar, além dos efeitos nutricionais habituais (PIMENTEL, 2005; ANJO, 2004).

3.1.1.4 Legislação

Os fundamentos que relacionam dieta com doenças são, por muitas vezes, objetos de controvérsia. Diversas informações surgiram do meio científico e das redes de comunicação sobre os benefícios potenciais de uma série de alimentos e nutrientes, incluindo o farelo de arroz, vitaminas C e E, carotenóides, quitosana e óleo de palma, no tratamento e prevenção de doenças crônicas, como o câncer, *diabetes mellitus* e doenças cardiovasculares (JONES, 2002).

Esta confusão, somada ao portfólio de produtos atualmente comercializados que fazem questionáveis alegações sobre saúde, tem tornado profissionais da saúde e consumidores céticos sobre o estado nutricional e afirmações feitas a respeito dos emergentes produtos alimentares.

Em muitos países, incluindo os Estados Unidos, os órgãos reguladores do governo têm aprovado a comercialização de alimentos que levam alegações de saúde. Estes alimentos "funcionais" são aprovados com base em evidências científicas. Tais produtos são autorizados a expor rótulos claros descrevendo as relações específicas entre nutrientes e doenças (JONES, 2002).

No Brasil a situação não é diferente. A Anvisa, que representa o Ministério da Saúde, vem desde 1999 tentando regulamentar esta nova classe de produtos. Em sua Portaria n.º 398, de 30 de abril de 1999, define alimento funcional como sendo “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos a saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999).

Ainda, a Resolução nº 16 de 30 de abril de 1999 – ANVISA/MS - trata de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes, cuja característica é de não necessitar de um Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para registrar um alimento, além de permitir o registro de novos produtos sem histórico de consumo no país e também novas formas de comercialização para produtos já consumidos (BRASIL, 1999a).

A Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999 – ANVISA/MS - Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança de Alimentos que prova, baseado em estudos e evidências científicas, se o produto é seguro ou não à saúde (BRASIL, 1999b).

A Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999, – ANVISA/MS - Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, alegadas em rotulagem de alimentos (BRASIL, 1999c).

E a Resolução nº 19, 1999, – ANVISA/MS - Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem (BRASIL, 1999d).

As diretrizes para a utilização da alegação de propriedades funcionais e ou de saúde, segundo a Anvisa são:

a) A alegação de propriedades funcionais e ou de saúde é permitida em caráter opcional;

b) O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzirem efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica;

c) São permitidas alegações de função ou conteúdo para nutrientes e não nutrientes, podendo ser aceitas aquelas que descrevem o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo, mediante demonstração da eficácia. Para os nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica não será necessária a demonstração de eficácia ou análise da mesma para alegação funcional na rotulagem (item 3.3 da Resolução ANVISA nº 18);

d) No caso de uma nova propriedade funcional, há necessidade de comprovação científica da alegação de propriedades funcionais e ou de saúde e da segurança de uso, segundo as Diretrizes Básicas para avaliação de Risco e Segurança dos alimentos;

e) As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e à redução de risco de doenças. Não são permitidas alegações de saúde que façam referência à cura ou prevenção de doenças (BRASIL, 1999c; BRASIL, 1999d).

O registro de um alimento funcional só pode ser realizado após comprovada a alegação de propriedades funcionais ou de saúde com base no consumo previsto ou recomendado pelo fabricante, na finalidade, condições de uso e valor nutricional, quando for o caso ou na(s) evidência(s) científica(s): composição química ou caracterização molecular, quando for o caso, e ou formulação do produto; ensaios bioquímicos; ensaios nutricionais e ou fisiológicos e ou toxicológicos em animais de experimentação; estudos epidemiológicos; ensaios clínicos; evidências abrangentes da literatura científica, organismos internacionais de saúde e legislação internacionalmente reconhecidas sob propriedades e características do produto e comprovação de uso tradicional, observado na população, sem associação de danos à saúde (BRASIL, 1999c; BRASIL, 1999d).

Em 2005, a Anvisa revisou as alegações de propriedades funcionais e ou de saúde dos alimentos, de novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Nesse processo de revisão, alguns produtos deixaram de ter alegações e outros tiveram as suas alegações modificadas. Atualmente os alimentos considerados funcionais são: ácido graxo ômega 3, carotenóides (licopeno, luteína), fibras alimentares (β -glicana, frutooligossacarídeos, inulina, psyllium, quitosana, lactulose), fitoesteróis, probióticos e a lecitina de soja (ANVISA, 2005).

3.1.1.5 Papel na Economia

O setor de alimentos vem, ao longo dos últimos anos, despertando a atenção de governos, indústrias, economistas e, principalmente, consumidores, sobre o papel que os alimentos devem representar para a saúde da população. Com o aumento da expectativa de vida dos brasileiros e ao mesmo tempo o

crescente aparecimento de doenças crônicas como obesidade, hipertensão, osteoporose, diabetes e câncer, é crescente a preocupação com uma alimentação saudável, em função do conceito de que alimentação saudável pode prevenir a ocorrência de doenças.

Os principais mercados para alimentos funcionais hoje são o Japão, os Estados Unidos e a Europa. Estima-se que o mercado mundial de alimentos funcionais movimentou, em 2005, em torno de US\$ 60 bilhões na Europa, Japão e Estados Unidos — só neste último ele representou US\$ 15 bilhões (BROWN, 2008).

Brown (2008) estima que as vendas no varejo de alimentos e bebidas funcionais totalizaram US\$ 30,7 bilhões em 2008 em todos os setores do varejo nos Estados Unidos, um aumento de 6% em relação a 2007. Dentre os alimentos funcionais, a categoria mais vendida é a dos iogurtes com US\$ 3,3 bilhões em vendas (valor calculado entre os anos 2007 e 2008). Em seguida têm-se os chás engarrafados, com US\$ 1,2 bilhões, e cereais (*hot cereal*) com US\$ 891 milhões. As categorias que apresentaram ganhos significativos de vendas incluem as de bebidas energéticas, leite de soja, sucos de fruta, lanches nutritivos e *smoothies* (combinação de frutas, gelo e/ou sorvete e/ou iogurte). Categorias que perderam terreno substancial durante esse período foram as barras de granola (embora as barras de cereais e de frutas apresentaram crescimento nas vendas).

No Brasil, em 2005, o mercado foi avaliado em US\$ 600 milhões. Os produtos *diet* e *light*, presentes no mercado desde o início da década de 90, atingiram vendas anuais ao redor de US\$ 4 bilhões, em 2005. Desse volume, o mercado de produtos funcionais representou 14% e na indústria de alimentos, 0,8%. Sendo assim, juntos, os segmentos de *diet* e *light*, e funcionais somam 6,3% do volume de vendas da indústria brasileira da alimentação. Dos R\$ 88,2 bilhões que as fábricas brasileiras do setor faturaram no ano de 2005, apenas R\$ 700 milhões (0,8%) foram provenientes das vendas de alimentos funcionais. No entanto, enquanto o ramo de alimentos deve crescer entre 4,5% e 5% neste ano, os funcionais devem ter expansão de 12% a 14% (ABIA, 2005).

Segundo um estudo realizado por Ac Nielsen (2007) das 24 categorias de alimentos mais vendidos em 2005, 75% estavam ligados à saúde. Uma pesquisa feita pela Health Focus em 30 países mostra que 44% dos consumidores brasileiros da classe A e B escolhem seus alimentos com base na relação que eles têm com a saúde, sendo um dos maiores índices da América Latina (OLIVEIRA; FERNANDES, 2004).

De maneira geral, a indústria alimentícia brasileira viu seu faturamento aumentar nos últimos anos, passando de 112 bilhões de reais, em 2001, para 184,6 bilhões, em 2005, mas sua participação manteve-se ao redor de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, entre 2001 e 2005. Os principais setores em 2005 (em valor faturado) eram, por ordem decrescente: derivados de carne; beneficiamento de café, chá e cereais; óleos e gorduras; laticínios e açúcares (ABIA, 2005).

Em nível de mercado brasileiro, podem-se encontrar vários alimentos funcionais no comércio: além dos iogurtes com probióticos que melhoram a saúde intestinal, podemos citar leites enriquecidos com ferro (que atuam na prevenção e no tratamento da anemia), com vitaminas e com o ácido ômega-3 (que atuam no controle do colesterol), bem como ovos e margarinas enriquecidos também com ômega-3. O setor da água mineral também ingressou recentemente no mercado das bebidas funcionais, oferecendo águas que contêm alta concentração de vitaminas C e do complexo B, a fim de fortalecer o sistema imunológico, ou que contêm a fibra FOS (frutooligossacarídeo) e prometem contribuir para a prevenção dos cânceres de mama e de cólon e para a redução dos riscos de doenças cardiovasculares, além de regular o intestino (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2007).

Os alimentos associados a uma forte imagem de “saúde” representam uma fonte de diferenciação e de rentabilidade em certos ramos do setor alimentar que conhecem uma forte estagnação, como os laticínios. Para as indústrias alimentares o sucesso no mercado dos alimentos funcionais reside na inovação, o que constitui uma poderosa barreira à entrada de novas empresas. Para atender às demandas específicas em termo de saúde, as

indústrias devem cada vez mais se especializar e segmentar seus produtos, sendo necessário aumentar os investimentos na área da pesquisa, desenvolvimento e comunicação (ABIA, 2005).

Em vista disso, as indústrias alimentares são levadas a adotar determinadas estratégias, como a aproximação com firmas farmacêuticas por meio de operações de parceria. A vantagem da farmácia reside no seu forte potencial de pesquisa e nas suas relações estreitas com o meio médico. Por sua vez, a indústria alimentar domina o marketing necessário para a comercialização, conhece a preferência do consumidor e assim pode fornecer alimentos que além de funcionais sejam saborosos (JONES, 2002).

3.1.2. Fibra Alimentar

3.1.2.1. Visão Global

O papel da fibra dietética na saúde e nutrição tem, desde os anos 70, estimulado uma gama de atividades de investigação e chamado atenção dos indivíduos. O assunto ganhou atenção do consumidor e atualmente uma variedade de alimentos ricos em fibra está disponível no mercado.

O acelerado interesse na pesquisa da fibra dietética não ocorreu em um cenário favorável para os estudos, e os pesquisadores enfrentaram muitos obstáculos, como por exemplo, a falta de uma nomenclatura universal, informação incompleta ou inconsistente do conteúdo de fibra nos alimentos, sem mencionar a falta de padronização nos métodos analíticos.

A história da fibra alimentar e da saúde nos 50 primeiros anos do século 20 revela ocasional interesse, com poucas publicações científicas. A fibra foi relegada a ser a “Cinderela” de nutrientes. Lembrando que estes eram os dias de grandes descobertas em vitaminas, minerais, e todos os outros nutrientes

digestíveis. De alguma forma o conceito de que um grupo de substâncias praticamente não digeríveis pelas enzimas gastrointestinais humanas poderia ser importante para a saúde, não atraiu nutricionistas, fisiologistas e médicos neste período (SPILLER, 2001).

Na década de 1920, McCarrison (1921) se interessou pela boa saúde de uma tribo no norte da Índia, constatando que ela era composta por grãos integrais e pouco adulterada pela tecnologia moderna. Na mesma década, John e Harvey Kellogg estavam exaltando as virtudes de todos os grãos nos E.U.A. As convicções do último culminaram com o desenvolvimento da indústria de cereais matinais KELLOGG. Cowgill e Anderson, na década de 1930, publicaram pesquisas bem desenvolvidas, revelando que a "fibra" era responsável pela ação laxativa do farelo de trigo (SPILLER, 2001).

Na década de 30, foi relatada a eficácia de farelo de trigo no tratamento da constipação e, no final dos anos 40, Walker, da África do Sul foi um dos primeiros a apreciar as propriedades de fibras vegetais e estudá-las de uma forma verdadeiramente científica (SPILLER, 2001).

Nos anos que se seguiram, algumas correlações epidemiológicas por Cleave na Grã-Bretanha (1956 a 1966) e Trowell na África, com seu livro "Doenças não infecciosas em África" (1960), atribuíram efeitos protetores aos carboidratos não-refinados. Esta é a história inicial da fibra.

Outras manifestações ocorreram na década de 1970 e 1980, como a publicação de uma série de livros que contribuíram para o esclarecimento da função da fibra no organismo humano.

Desde 1978, em muitos encontros internacionais, debateu-se sobre vários aspectos da fibra dietética, levando a importantes discussões sobre a definição, funções e efeitos na saúde da fibra dietética. Congressos Internacionais de Nutrição no Brasil (1978), San Diego (1981), Brighton (UK, 1985), e outros começaram a incluir a fibra dietética em seus programas (SPILLER, 2001).

Burkitt; Trowell (1987), em um de seus estudos, formularam uma “hipótese da fibra dietética”, que pode ser dividida em duas partes:

1) Uma dieta, que é rica em alimentos fontes de fibra e pobre em alimentos processados, é capaz de proteger contra uma ampla variedade de doenças prevalentes ocidentais.

2) Dietas compostas de baixo consumo de fibra alimentar pode ser um fator causal na etiologia dessas doenças ocidentais.

Na Grã-Bretanha, um relatório do Royal College of Physicians criticou essa hipótese global como sendo demasiadamente vaga, tornando-a possível de ser falsificável (TROWELL, 2001). Isso, no entanto, não é uma única hipótese, mas um número de hipóteses que relacionam a etiologia de doenças específicas. Deste modo, cada hipótese individual poderá ser verificada, modificada ou rejeitada a partir do momento que o processo dessas doenças se tornarem mais entendidos. A premissa básica é que os humanos não parecem ter se adaptado bem ao consumo excessivo de certos alimentos altamente processados.

Não obstante mesmo com todo esse progresso e interesse generalizado por cientistas, médicos e profissionais da saúde em todos os continentes, ainda existem muitos aspectos controversos, como a definição de fibra alimentar e o termo fibra propriamente dito.

A fibra dietética é tão complexa que desafia o desejo dos cientistas em isolar uma substância pura e estudá-la em humanos ou animais. Muitas vezes a purificação de fibra significa grandes alterações estruturais.

A “Hipótese da Fibra Dietética” de Burkitt e Trowell agora é muito mais que uma simples hipótese: é uma verdade que pode auxiliar as pessoas a levarem uma vida muito mais saudável e prevenir muitas doenças crônicas (SPILLER, 2001).

3.1.2.2. Definição

Pode-se encontrar um vasto número de definições do termo “fibra dietética” devido à grande complexidade dessa substância. Spiller (2001) reuniu algumas definições com o termo recomendado e o autor, conforme Quadro 2:

Quadro 2: Definição de Fibra Dietética, Autor e Termo Recomendado.

TERMO	AUTOR	DEFINIÇÃO
Fibra Dietética	Trowell (1975)	Substâncias vegetais, não digeridas pelas enzimas digestivas humanas, incluindo substâncias vegetais da parede celular (celulose, hemicelulose, pectina e lignina), bem como polissacarídeos intracelulares, tais como gomas e mucilagens.
Fibra Dietética Complexa	Trowell e Spiller (1976)	Mesma definição que fibra dietética, mas também incluem outras substâncias vegetais que não são digeridas pelas enzimas digestivas humanas, tais como ceras e as proteínas não digeríveis da parede celular. Estas são as substâncias que normalmente estão concentradas em torno da parede celular da planta.
Fibra Dietética	Southgate (1975)	A soma de lignina e polissacarídeos que não são hidrolisados pelas secreções endógenas do trato digestivo humano. Este autor sugere uma definição química baseada no fato que a soma de lignina e polissacarídeos não-amiláceos é o melhor índice de fibra alimentar na dieta.

Amido Resistente	Englyst (1994)	Amido que não é digerido por enzimas digestivas humanas e que atinge o cólon, muitas vezes agindo da mesma forma que a fibra.
------------------	-------------------	---

Fonte: SPILLER, 2001.

Um conceito de fibras mais atual, originalmente definida como restos indigeríveis de plantas, tem surgido nas últimas duas décadas. Agora, os nutricionistas classificam as fibras em frações hidrossolúveis e não-hidrossolúveis. Recentemente, o conceito de fibras foi ampliado de modo a incluir substâncias semelhantes a elas, tais como inulina, frutooligossacarídeos e amido resistente. Assim, as fibras contêm muitos compostos com diversas propriedades físicas e químicas (NESTLÉ, 2005).

No entanto, os vários tipos de fibras apresentam características em comum (NESTLÉ, 2005):

- Originam-se das plantas (exceto a quitosana);
- São carboidratos ou derivadas de carboidratos (exceto a lignina);
- Resistem à hidrólise pelas enzimas digestivas humanas;
- Atingem o cólon intactas e, lá, podem ser, pelo menos parcialmente hidrolisadas e fermentadas pela flora do cólon.

3.1.2.3. Classificação

Podemos classificar as fibras quanto sua estrutura, solubilidade em água e quanto ao grau de fermentação.

Quanto à estrutura, o que mais difere o tipo de fibra é (IMEN, 2003):

- Quantidade de monossacarídeos;

- Tipo de monossacarídeos na cadeia polimérica;
- Seqüência dos monossacarídeos na cadeia;
- Cadeias secundárias;
- Tipo de ligação, alfa ou beta, entre os monossacarídeos.

As ramificações da estrutura básica da fibra são responsáveis pela solubilidade, que pode ser dividida em solúvel ou insolúvel.

Fibras solúveis: pectinas, mucilagens, gomas (goma arábica e goma guar), inulina, FOS (frutooligossacarídeos), β -glicana, psyllium, e hemiceluloses tipo A. Estas fibras têm a capacidade de se ligar à água e formar géis. No trato gastrointestinal, retardam o esvaziamento gástrico e o tempo de trânsito intestinal, diminuem o ritmo de absorção de glicose e colesterol, são substratos para fermentação bacteriana que resultam em gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), importantes para o metabolismo intestinal (IMEN, 2003).

Fibras insolúveis: celulose, hemicelulose tipo B, amido resistente e lignina. Fazem parte da estrutura das células vegetais. Apresentam efeito mecânico no trato gastrointestinal, são pouco fermentáveis, aceleram o tempo de transito intestinal devido à absorção de água (IMEN, 2003).

A Quadro 3 resume os tipos de fibras, suas fontes e ações no metabolismo e a Quadro 4 representa outra classificação das fibras e substâncias semelhantes a elas.

Quadro 3: Classificação, tipos, fontes e ações das fibras dietéticas.

Classificação	Tipos	Fontes	Ações
Fibras Solúveis	Pectina, Mucilagens, Goma, β -glicana, hemicelulose (algumas)	Frutas, Verduras, Aveia, Cevada, Leguminosas (feijão, lentilha, soja)	Retardo na absorção da glicose; Redução do esvaziamento gástrico (maior saciedade); Diminuição dos níveis de colesterol; Proteção contra o câncer de intestino;
Fibras Insolúveis	Lignina, Celulose, Hemicelulose (maioria)	Verduras, Farelo de Trigo, Cereais Integrais (arroz, pão)	Aumento do bolo fecal; Estímulo ao bom funcionamento intestinal (aceleração do trânsito); Prevenção de Constipação Intestinal;

Fonte: IMEN, 2003.

Quadro 4: Classificação das fibras e substâncias semelhantes a elas.

Fibras	Lignina		Fibras Insolúveis
	Polissacarídeos "não-amiláceos"	Celulose	
		Hemicelulose (tipo B)	
	Hemicelulose (tipo A) Pectinas Mucilagens Gomas	Fibras Solúveis	
Substâncias semelhantes às Fibras	Inulina		Maioria Solúveis
	Frutooligossacarídeos		
	Amido Resistente, Açúcares não absorvidos		

Fonte: IMEN, 2003.

A fermentação das fibras ocorre no cólon pela ação das bactérias anaeróbicas. O grau de fermentação sofre interferência da composição da flora intestinal e das características químicas e físicas, ou seja, o tipo de fibra, a solubilidade, a fonte, a forma e o tamanho das partículas (IMEN, 2003).

Os produtos da fermentação bacteriana das fibras são:

- **Ácidos graxos de cadeia curta (AGCC):** os mais importantes da fermentação das hemiceluloses e pectinas são o ácido acético, butírico e

propiónico. São removidos do lúmen intestinal por difusão iônica e facilitam a absorção do sódio e potássio.

- **Gases:** hidrogênio, metano e dióxido de carbono, que são excretados via retal.

- **Energia:** utilizada para crescimento e manutenção das bactérias.

A fermentação das fibras varia de 0% a 90%, e, só é considerada fermentável, se for no mínimo 60% fermentada. Quanto mais solúveis as fibras, maior o seu grau de fermentação, exemplo: lignina, 0%; celulose, 15% a 60%; hemicelulose, 56% a 85% e pectinas, 90% a 95%.

3.1.2.4. Tipos

Dentro da classificação de fibras insolúveis encontramos a lignina, a celulose e algumas hemiceluloses.

A lignina é um composto fenólico tridimensional e complexo, associado aos carboidratos das paredes celulares das plantas.

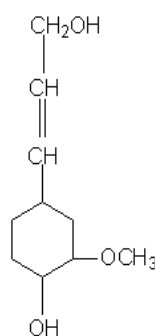


Figura 3: Estrutura molecular da lignina.

A celulose é o polímero mais abundante na natureza e o polissacarídeo estrutural mais importante das plantas. É um polissacarídeo linear, de alto peso molecular, constituído por unidades de glicose unidas por ligação do tipo beta, que é mais resistente, o que permite menor ação das enzimas digestivas. Pode

ser utilizada para aumentar o volume em alimentos devido sua capacidade de absorção de água e retenção de líquidos (IMEN, 2003).

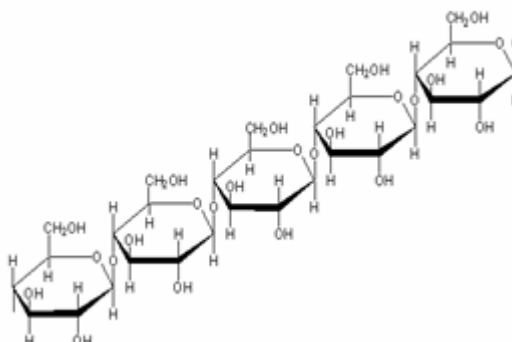


Figura 4: Estrutura molecular da celulose.

No grupo das fibras solúveis, destacam-se as gomas, pectina, mucilagens e algumas hemiceluloses.

A pectina está presente nas paredes celulares de plantas que produzem sementes, formada por unidades de ácido galacturônico, mas que podem incluir outras moléculas de monossacarídeos (frutose, xilose e ramnose). A quantidade de ácidos galacturônicos é que proporcionam o poder de viscosidade e geleificante. Grande parte da pectina comercializada é extraída dos subprodutos da indústria de frutos cítricos enlatados. A casca desses frutos é grande fonte de pectina, e sua quantidade varia segundo a estação e a variedade do fruto (BIANCO, 2008).

A pectina é classificada como agente protetor e suspensor, por isso está presente em várias fórmulas anti-diarréicas. No trato intestinal superior, a pectina possui uma superfície composta por partículas ultramicroscópicas (micelas) que têm a capacidade de absorver as toxinas. A eficácia da pectina no tubo digestivo deve-se em grande parte à sua ação coloidal (IMEN, 2003).

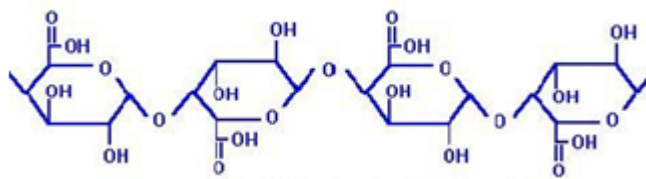


Figura 5: Estrutura molecular da pectina.

As hemiceluloses ou pentosanas são polissacarídeos complexos não amiláceos e não celulósicos associados à lignina. Nos vegetais formam a parede celular e o material que liga as células. Podem ser quimicamente muito variadas e apresentam frações insolúveis. Entre as mais importantes encontram-se as β -glicana da aveia e da cevada (BIANCO, 2008).

As gomas são polissacarídeos com um número variável de monossacarídeos em sua cadeia, ou seja, são polissacarídeos complexos. São consideradas parte não estrutural das plantas e têm alta capacidade de formação de gel, por isso é amplamente utilizada na indústria alimentícia como emulsificante ou estabilizante de alimentos (IMEN, 2003).

Já foi proposto classificar outros carboidratos como fibras devido as propriedades fisiológicas semelhantes a estes compostos. Esses carboidratos são a inulina, frutooligossacarídeos (FOS) e amido resistente (AR). Tais substâncias escapam da ação das enzimas digestivas, porém são quase totalmente fermentadas no cólon (BIANCO, 2008).

A inulina é um polímero de glicose (contém de 2 a 60 unidades de frutose ligadas a uma unidade de glicose). É fermentável e bifidogênica (função de prebiótico). Ela é altamente solúvel, mas ao contrário das fibras solúveis ela não forma soluções viscosas (BIANCO, 2008).

Os FOS são carboidratos de cadeia curta (oligossacarídeos), e suas qualidades são a resistência à ação das enzimas hidrolíticas e uma preferência por bifidobactéria, ou seja, são bifidogênicos, por esta razão possui efeito prebiótico. Alimentando as bactérias benéficas que habitam o intestino e provocando uma redução do pH, proporcionam uma melhor absorção de certos minerais como cálcio e magnésio. São obtidos pela hidrólise de inulina através

da enzima inulase e sintetizados a partir da sacarose pela enzima frutossiltransferase, enzima fúngica obtida do *Aspergillus ninger* (BIANCO, 2008).

O amido resistente (AR) foi classificado como a soma do amido e dos produtos de degradação que não são absorvidas no intestino delgado de uma pessoa saudável. Existem 3 (três) categorias de AR: AR1, amido fisicamente envolvido (grãos e sementes parcialmente moídos); AR2, grânulos cristalinos não gelatinizados (encontrados em bananas e batata); AR3, amilose invertida (formada durante o cozimento do amido gelatinizado pelo calor úmido). Os fatores intrínsecos e extrínsecos interferem na digestão e/ou degradação dos ARs. Fator intrínseco é a própria estrutura física do amido que pode interferir na sua digestão. Fatores extrínsecos são: mastigação, tempo de trânsito digestivo, concentração de enzimas digestivas (amilase e outras), pH, quantidade de amido e outros componentes da alimentação que interferem na digestão do amido. O AR age como fibra solúvel, não é digerido no intestino delgado, mas é fermentado pelas bactérias colônicas (porção distal do cólon) (BIANCO, 2008).

3.1.2.5. Recomendação Diária e Legislação

A ADA (“American Dietetic Association”) recomenda o consumo de 20-35 g fibras/dia por adultos. Este nível é considerado eficaz e seguro e é quase o dobro da ingestão usual nos países ocidentais. Uma dieta normal e variada inclui cerca de 30-50% de fibras solúveis e 50-70% de fibras insolúveis, e os nutricionistas recomendam estas proporções à população em geral (OHR, 2004).

A Anvisa recomenda a ingestão de 25 gramas de fibra alimentar por dia para uma dieta de 2.000 kcal (ANVISA, 2003) e descreve dois termos para rotulagem referentes ao teor de fibras – “fonte de fibras” ou “alto teor de fibras”. O primeiro equivale a um valor mínimo de 3 g de fibras por cada 100 g de

produto sólido, enquanto que o segundo equivale a um valor mínimo de 6 g de fibras por cada 100 g de produto sólido (ANVISA, 1998).

3.1.2.6. Propriedades Físico/Químicas da Fibra

A fibra dietética, muitas vezes, tem um impacto negativo sobre a preferência alimentar e este é um fator que implica no menor consumo da fibra. A maior parte dos consumidores, por exemplo, prefere o pão branco ao pão integral, arroz branco ao arroz integral. Uma razão para isso pode ser que alimentos ricos em fibras costumam exigir um esforço considerável para mastigar; outro fator considerável é a rejeição quanto ao sabor característico de alimentos ricos em fibras (no caso, de fibras insolúveis) (SPILLER, 2001).

Um efeito positivo sobre a preferência de fibra alimentar pode ser visto no uso de polissacarídeos não-amiláceos como agentes modificadores de textura na indústria de alimentos. A notável capacidade dos polissacarídeos em aumentar a viscosidade de soluções aquosas, formando géis, é explorada em diversos produtos alimentares que vão desde geléias aos molhos, sem gordura e usada em saladas. Através de um sutil ajuste na formulação e nos métodos de processamento, essas substâncias podem melhorar muito a aceitação do consumidor em relação às fibras. Um exemplo disso é a especial atenção que está sendo dada no uso de polissacarídeos para imitar a textura da gordura. Já existem hoje alguns produtos à base de polissacarídeos, o que tornou possível formular versões com baixos teores de gordura de produtos que, tradicionalmente, eram gordurosos, como o sorvete. Embora essa quantidade adicionada de polissacarídeos não seja muito alta, estes aditivos podem aumentar significativamente a ingestão de fibra dietética (SPILLER, 2001).

Solubilidade é um fator importante para as propriedades nutricionais da fibra dietética, de modo geral. Assim, pode-se questionar o que determina se uma fração de fibra em particular é solúvel ou insolúvel. O ponto principal para compreender porque alguns polissacarídeos são solúveis em água e outros

não é a estrutura molecular. Polissacarídeos são compostos por unidades de monossacarídeos ligados, dos quais o mais comum é D-glicose (Figura 6). Muitas estruturas diferentes são possíveis com distintas geometrias de ligação e diferentes unidades de monossacarídeos. Mas as propriedades físicas (tais como solubilidade) são determinadas mais pelas ligações do que pela natureza das unidades dos monossacarídeos (OAKENFULL, 2001).

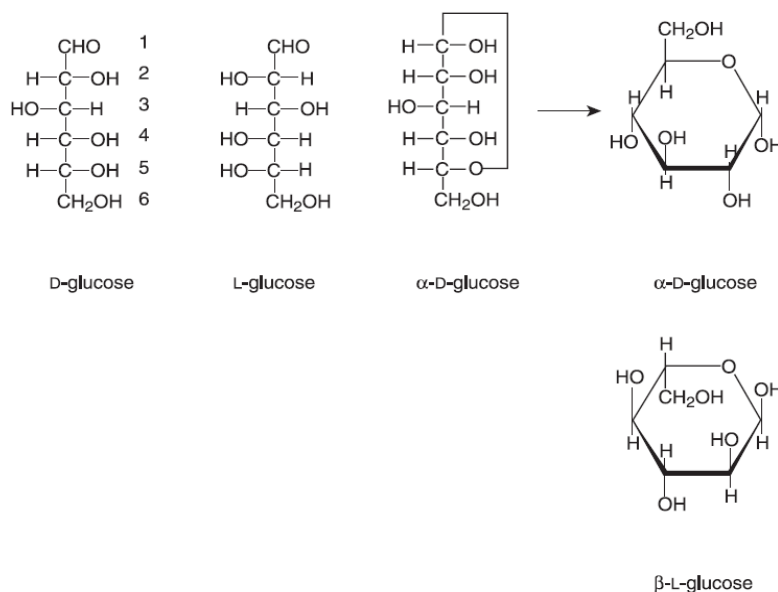


Figura 6: Representações das formas D- e L-glicose em cadeias abertas e α-D-glicose e β-L-glicose em cadeia fechada.

Fonte: OAKENFULL, 2001.

Tal fato é ilustrado pela comparação de duas formas da família de poli-D-glicose – a celulose, que é insolúvel, e a β-glicana que é solúvel, presente na cevada e no farelo de aveia. A celulose tem exclusivamente ligações β(1-4), enquanto as β-glicanas têm ligações β(1-4) e β(1-3). A regularidade da celulose permite adotar estruturas cristalinas ordenadas de cadeias de polissacarídeos unidas por pontes de hidrogênio. Estas estruturas ordenadas são insolúveis. Em contraste, a estrutura irregular das β-glicanas impede a formação de estruturas cristalinas ordenadas, por isso estes polissacarídeos tendem a ser solúveis em água. Estruturas ramificadas, como no arabinoxilanos do trigo, são igualmente incapazes de adotar estruturas cristalinas ordenadas, e estes compostos também são solúveis em água (OAKENFULL, 2001).

Quase toda solubilidade dos polissacarídeos produz soluções viscosas. A viscosidade é causada por interações físicas entre as moléculas de

polissacarídeo em solução - em termos simples, pelo enlace das moléculas. Em concentrações baixas as moléculas estão bem separadas umas das outras e livres para se mover de forma independente. A uma concentração crítica (c^*) as moléculas se tornam suficientemente aglomeradas, começando a se interpenetrarem e formarem uma rede emaranhada (Figura 7). A viscosidade, então, aumenta acentuadamente com a concentração e torna-se mais dependente da taxa de cisalhamento (isso significa, na prática, a taxa na qual o líquido é agitado). Soluções de polissacarídeos geralmente mostram "shear thinning" – a aparente diminuição da viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento (OAKENFULL, 2001).

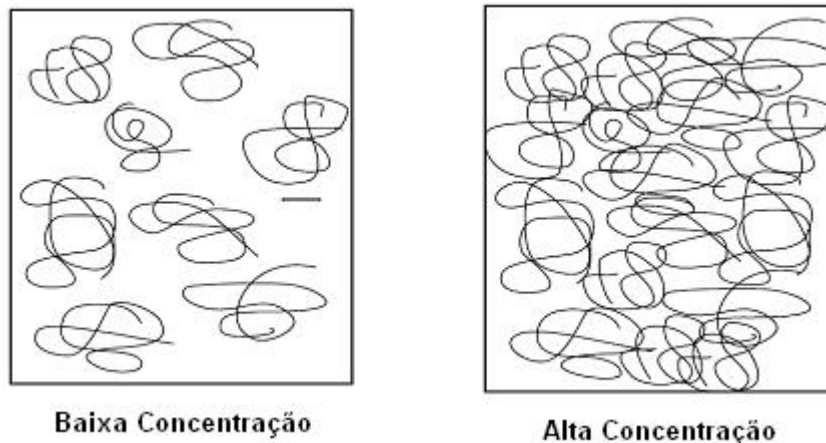


Figura 7: Em baixas concentrações, as moléculas de polissacarídeos movem-se independentemente através da solução; em concentrações mais elevadas, as moléculas entrelaçam-se, tornando a solução viscosa.

Fonte: OAKENFULL, 2001.

Polissacarídeos viscosos ou polissacarídeos que formam uma matriz de gel podem retardar a absorção por captura de nutrientes, enzimas digestivas, ou ácidos biliares na matriz e retardando a mistura e difusão no intestino. Em um modelo *in vitro* usando tubos de diálise, um estudo mostrou que a goma guar inibiu a absorção por resistir aos efeitos convectivos de contrações intestinais. Polissacarídeos que formam soluções viscosas parecem ser os mais eficazes na redução da concentração plasmática de colesterol. Assim, é conveniente supor que as fibras solúveis inibem a absorção do colesterol e ácidos biliares no intestino delgado (OAKENFULL, 2001).

A fermentação depende da acessibilidade das moléculas de polissacarídeos pelos microorganismos, o que depende, por sua vez, da estrutura química e as propriedades físicas, particularmente da solubilidade. As propriedades químicas do polissacarídeo também parecem influenciar os tipos de atividade microbiana presentes no intestino grosso. Frações de fibra solúvel são muito acessíveis e de rápida fermentação no cólon proximal; frações de fibra insolúvel fermentam muito mais lentamente em um processo que é contínuo durante o trânsito (SPILLER, 2001).

A extensão da degradação pode também estar relacionada com a estrutura física da planta - fibra de frutas e legumes é mais fermentável que a fibra de cereais. Assim, as características físicas têm um efeito profundo sobre a cinética de liberação de metabólitos importantes como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (SPILLER, 2001).

O amido resistente comporta-se funcionalmente como fibra alimentar, porque resiste à digestão pelas enzimas do estômago e intestino. Este é um caso em que a microestrutura tem um efeito poderoso sobre as propriedades fisiológicas. O amido é poli-D-glicose em uma estrutura complexa - uma mistura de amilose linear e amilopectina altamente ramificada. Amilose tem ligações $\alpha(1-4)$ que introduzem uma torção na molécula, levando à formação de estruturas helicoidais; amilopectina tem ligações $\alpha(1-4)$ e $\alpha(1-6)$, dando origem a sua estrutura altamente ramificada. Na planta, o amido é mais embalado como grânulos de amido, mas a maioria dos alimentos ricos em amido tem sido processada por uma combinação de calor e umidade que perturba a estrutura granular nativa e provoca a solubilização parcial do amido. O amido que foi gelatinizado por aquecimento em água é rapidamente hidrolisado pelas enzimas amilolíticas. No entanto, da refrigeração à temperatura ambiente a solubilidade dos polissacarídeos podem retrogradar (SPILLER, 2001).

Os polissacarídeos são moléculas hidrofílicas, têm numerosos grupos de hidroxilas livres que podem formar ligações de hidrogênio com a água. Por conseguinte, polissacarídeos solúveis e insolúveis têm a capacidade de reter a água. A demonstração mais evidente da capacidade de polissacarídeos

solúveis em reter a água é o fenômeno da gelatinização. Uma quantidade relativamente pequena de polissacarídeo, como agarose a 1%, pode ser o suficiente para ludibriar a água em que é dissolvido em uma rede tridimensional de moléculas de polissacarídeo. A água é mantida dentro da matriz de polissacarídeos, incapaz de escoar, e o sistema têm propriedades semi-sólidas característica de um gel. As fibras insolúveis também podem absorver água, tipo uma esponja. Elas também formam uma matriz hidrofílica em que a água está aprisionada - mas onde a quase-cristalinidade do polissacarídeo permanece e a água enche os interstícios, muitas vezes causando considerável inchaço (OAKENFULL, 2001).

Portanto, as funções fisiológicas da fibra dietética mudam à medida que se progride através do trato gastrointestinal. Essas funções dependem também das propriedades físicas, que podem mudar juntamente.

O Quadro 5 sintetiza as propriedades físico-químicas e fisiológicas das fibras solúveis e insolúveis e substâncias semelhantes às fibras.

Quadro 5: Propriedades físico/químicas das fibras e substâncias semelhantes a elas.

Fibras Insolúveis - lignina, celulose, hemicelulose tipo B -	
Propriedades Físico/Químicas	Não hidrossolúveis; Não fermentáveis (a); Não viscosas;
Benefícios Fisiológicos	Reduzem a constipação: aumentam a massa fecal, a consistência das fezes e a frequência da evacuação e aceleram o trânsito intestinal (b). Promovem o desenvolvimento da mucosa do íleo e do cólon, intensificam a proteção contra a infecção bacteriana.
Fibras Solúveis - pectinas, gomas, mucilagens (c) , β-glicana, hemicelulose tipo A -	
Propriedades Físico/Químicas	Hidrossolúveis; Fermentáveis (a); Viscosas/Geleificante (d);
Benefícios Fisiológicos	Retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito no intestino delgado (e), modulam a motilidade gastrointestinal e aumentam a massa, volume e consistência das fezes. Reduzem a diarreia e promovem o desenvolvimento da mucosa do íleo e do cólon; proporcionam energia à mucosa intestinal, diminuem o pH do cólon, aumentam a proteção contra infecção. Aumentam a intolerância à glicose (c) , diminuem os níveis elevados de colesterol total e de LDL (e).
Inulina, Frutooligossacarídeos	
Propriedades Físico/Químicas	Hidrossolúveis; Fermentáveis; Não viscosas;
Benefícios Fisiológicos	Promovem uma flora intestinal saudável. Diminuem o pH do cólon (produção de ácido lático). Aumentam a proteção contra infecção. Reduzem a diarreia e constipação, diminuem os altos níveis de glicose no sangue e melhoram o perfil de lipídeos do sangue.

(a) celulose e a fibra de soja são insolúveis e, em parte, altamente fermentáveis; (b) estes efeitos são menores com partículas de fibras mais finas; (c) psílio é uma mucilagem que retém água sem ser muito solúvel e tem propriedades laxativas semelhantes àquelas das fibras insolúveis; (d) a hemicelulose tem uma baixa viscosidade. A hidrólise da goma guar reduz bastante sua viscosidade; (e) este efeito aumenta com a viscosidade (isto é, maior com gomas e pectinas).

Fonte: NESTLÉ (2005).

3.1.2.7 Fibra dietética e seus efeitos fisiológicos

A fibra dietética pode afetar em muitos processos metabólicos. Ela tende a diminuir a taxa de digestão e absorção e modular o trânsito das fezes e volume fecal. A eficácia de uma dada fibra dietética no intestino é determinada por suas propriedades físico-químicas, no entanto, os efeitos da fibra no intestino podem ser altamente variáveis. Alguns desses efeitos podem ser mostrados após uma única dose, enquanto outros podem apenas ser observados depois de um longo prazo de admissão (DREHER, 1987).

O controle do consumo alimentar é uma questão extremamente complexa que envolve tanto sinais fisiológicos quanto psicológicos. Antigamente, pensava-se que a fome fisiológica era regida por dois centros do cérebro: o centro do apetite, que ativa a fome, e o centro da saciedade, que desativa a fome. Hoje se sabe que o sistema neuro-químico afeta muitas partes do cérebro, controlando o desejo de comer ou não. As sensações de fome e saciedade são também desencadeadas por hormônios liberados do intestino e fígado para a corrente sanguínea e carregados até o cérebro. Mesmo que os mecanismos de controle fisiológicos do apetite sejam conhecidos, ainda assim seria difícil impedir as pessoas de cometer excessos, porque muitas pessoas confundem a fome real com o desejo psicológico por alimento (SPILLER, 2001).

A fibra dietética em geral apresenta o efeito de retardar a taxa de ingestão. O controle de peso e a redução de níveis de hiperglicemia e insulina podem ser associados com os efeitos de ingestão de fibra dietética (DREHER, 1987).

Na boca, os alimentos ricos em fibras são difíceis de mastigar, isso faz com que os alimentos demorem mais tempo de serem ingeridos. Dietas que consistem de pão integral e 70% de pão branco levam respectivamente de 45 e 34 minutos para serem ingeridos. A ingestão de fibras também estimula o fluxo de saliva que pode ajudar na lavagem dos dentes, ficando os mesmos livres de

partículas alimentares. A combinação dos efeitos da ingestão de fibras e o aumento de produção da saliva podem preencher rapidamente o estômago, e isso reduz a taxa em que nós comemos e retarda o esvaziamento gástrico (DREHER, 1987).

As fibras são fontes altamente ineficientes em calorias, e elas ainda aumentam exageradamente seu volume no estômago devido sua capacidade de retenção de água (CRA). Alta CRA e produção de viscosidade das fibras como pectinas e goma guar, resultam no retardamento do esvaziamento gástrico. O estômago de humanos possui dois compartimentos funcionais, o antro e o fundo. Quando se ingere alimentos sólidos, o fundo é preenchido primeiramente, e em seguida esse alimento passa para o antro, esvaziando o fundo, e assim sucessivamente. Em contraste, quando se ingere alimentos líquidos, estes vão direto para o antro. A adição de fibras com propriedades viscosas em líquidos permite ao estômago lidar com alimentos líquidos como se fossem sólidos, causando um retardo no esvaziamento do mesmo (DREHER, 1987).

A distensão do estômago é um sinal que o organismo atingiu a saciedade. Isso pode ser rapidamente desencadeado por fibras solúveis. Estas fibras parecem ser mais efetivas no controle da fome do que o farelo de trigo, que é fibra insolúvel (SPILLER, 2001).

Relações entre fibra e assimilação de nutrientes vêm sendo demonstradas. A fibra dietética, em graus variados, reduz ou retarda a absorção de proteínas, gordura e carboidratos, bem como certos micronutrientes tais como alguns minerais e vitaminas. Também, muitos componentes indigeríveis associados à fibra como sílica, ácido fítico, taninos e saponinas podem reduzir a assimilação de nutrientes (DREHER, 1987).

Certos estudos apóiam a idéia de que a presença de fibras no intestino delgado pode prejudicar a digestão e absorção de nutrientes. Essa capacidade de reduzir a assimilação pode estar associada com as mudanças nas enzimas pancreáticas, morfologia da mucosa intestinal e mecanismos de absorção; todos os quais podem ser influenciados pelas propriedades físico-químicas do

conteúdo intestinal. Embora essas informações terem sido provadas como verdadeiras, o efeito da fibra na absorção é geralmente marginal. Por exemplo, quando a glicose é ingerida com goma guar, sua absorção é lenta, porém completa, como demonstrado pela ausência de hidrogênio no ar expirado após a ingestão. Tipicamente, a digestibilidade de nutrientes em dietas ricas em fibras é em torno de 90%, o que não é muito diferente da digestibilidade de nutrientes em dietas pobres em fibras (digestibilidade superior a 90%). Isto ilustra a vasta capacidade do intestino delgado em digerir e absorver nutrientes (DREHER, 1987).

O consumo de fibra tem o potencial de reduzir a reabsorção de certos ácidos biliares. Estudos *in vitro* demonstraram que fibras solúveis e lignina têm considerável capacidade de vincular ácidos biliares (SPILLER, 2001).

A fibra dietética, parte relativamente pequena na maioria das dietas, torna-se um dos principais componentes entregues ao intestino grosso. Deste modo, o intestino grosso é o lugar onde as mais significativas ações da fibra ocorrem. Deste modo, o intestino grosso é mais do que um órgão que apenas recupera água e sais que escapam da absorção no intestino delgado. Muitas fontes de fibras aceleram o trânsito intestinal e aumentam o bolo fecal. A relação entre o bolo fecal e a CRA tende a ser o inverso, isto é, quanto maior a capacidade de retenção de água pela fibra, menor será seu efeito sobre o bolo fecal. Geralmente, o tempo de trânsito diminui até que uma produção fecal de 150 g/dia é atingida. Outros importantes fatores ao lado da fibra dietética, na regulação do tempo de trânsito são genéticos e pessoais. Um possível benefício de dietas ricas em fibras é a proteção contra o câncer de intestino devido à redução do tempo de trânsito, ligação de agentes cancerígenos, diluição física, efeitos da fermentação, e alteração do metabolismo do ácido biliar (DREHER, 1987).

Os efeitos mais amplamente estudados das fibras, que resultam indiretamente de suas atividades no intestino, são os seus efeitos no metabolismo da glicose e lipídio (SPILLER, 2001).

A associação inicial de fibra com o metabolismo da glicose foi desenvolvida de observações epidemiológicas que ligaram um aumento na incidência de *diabetes mellitus* com o consumo de alimentos pobres em fibras. Essas observações estimularam estudos experimentais a longo e em curto prazo. Os estudos em curtos prazos envolveram comparações com as respostas glicêmicas, medido numa base horária, depois da ingestão de um suplemento de fibras. Os estudos a longo prazo exploraram o efeito do consumo prolongado de alimentos ricos em fibras ou suplemento de fibras em dietas com tolerância à glicose (SPILLER, 2001).

A ação da fibra na resposta glicêmica tem sido extensivamente estudada e os efeitos variam muito com o tipo de fibra consumida.

- FIBRA INSOLÚVEL: Resultado de estudos explorando o efeito de fibra insolúvel na melhoria da tolerância à glicose tendem a ser inconsistentes. Um dos primeiros estudos realizados indicou que o consumo de farelo de trigo melhorou a tolerância à glicose, mas o mesmo procedimento com celulose tem um pequeno efeito na tolerância. O farelo, no entanto, foi constatado ser relativamente ineficiente na redução de glicemia pós-prandial (DREHER, 1987).

- FIBRA SOLÚVEL: A solubilidade e tipo de viscosidade da fibra são os fatores que mais afetam na melhoria da tolerância à glicose quando adicionadas às refeições de diabéticos. Estudos demonstraram que diabéticos que consumiram goma guar e pectina no café da manhã melhoraram a tolerância à glicose em comparação com outro grupo de diabéticos que tinham um café da manhã pobre em fibras. A refeição do grupo teste continha pão com 16g de goma guar e marmelada com 10g de pectina. Após 2 horas da ingestão da refeição complementada com fibra, foram medidos a glicemia e níveis séricos de insulina dos pacientes diabéticos, demonstrando ser significativamente inferiores aos do grupo controle (DREHER, 1987).

Em um subsequente estudo com indivíduos normais, usando um protocolo similar, foram observados que os níveis de glicose no sangue e insulina sérica dos indivíduos que consumiram componentes de fibra solúvel

apresentaram significativamente abaixo dos níveis de controle (DREHER, 1987).

A hipercolesterolemia é um dos fatores de risco mais importantes no desenvolvimento da doença coronariana, por isso há vários estudos investigando a redução dos níveis de colesterol e Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL - Low Density Lipoprotein) séricos. Sabe-se que uma diminuição em torno de 5-15% é obtida com goma guar, pectina, fibras de aveia e β -glicana, com doses de 3-15 g/dia. O efeito é mais acentuado em pessoas com elevado nível de colesterol no sangue (ANDERSON et al. 1999).

Anderson et al. (1999) sugeriram que as fibras que diminuem o nível de colesterol no sangue o fazem ligando os ácidos biliares, aumentando sua excreção. Entretanto, esse é um assunto controverso, além de existirem outras explicações possíveis, como, por exemplo, a de que a viscosidade conferida pelas fibras solúveis pode interferir na absorção de lipídios. As fibras solúveis são quase completamente fermentadas no cólon, produzindo ácido graxos de cadeia curta, os quais podem inibir a síntese hepática de colesterol e incrementar a depuração de LDL-colesterol.

3.1.2.8. Fibra dietética e sua relação com doenças

Controle de peso

Excesso de peso (100 -120% do peso corporal ideal) e obesidade (mais que 120% do peso corporal ideal) são dois dos problemas que mais preocupam a saúde pública. Estatísticas sobre saúde nos Estados Unidos mostraram que 14% dos homens e 24% das mulheres, entre idades 20 e 74 anos, estão obesos (U.S. Department of Health and Human Services, 1980). Esses indivíduos têm maior risco de ter doenças do coração e diabetes que pessoas com peso normal.

O aumento da incidência da obesidade desde 1900 ocorreu concomitantemente com mudanças do mercado na composição da nossa alimentação e redução da atividade física. Tal mudança na dieta inclui significativa diminuição na ingestão de fibras e significativo aumento no consumo de açúcar e gordura. Basicamente, dietas ricas em fibras são menos calóricas quando compostas por alimentos refinados. Muitos mecanismos para a ação da fibra têm sido propostos (DREHER, 1987):

- 1) Uma redução da densidade calórica da dieta ou uma diminuição da eficiência de absorção calórica;
- 2) Aumento da mastigação de alimentos atrasa a taxa de ingestão;
- 3) Aumento da saciedade associada ao volume extra do conteúdo intestinal;
- 4) Mudanças na glicose e hormônios sanguíneos.

A fibra é um fator na regulação do consumo alimentar humano, sendo que seu consumo atua como uma barreira natural à ingestão de excesso de energia. Esta afirmação é uma simplificação da fibra alimentar e a situação de controle de peso, pois ela é uma mistura complexa de uma ampla variedade de fontes, que possuem diferentes efeitos dependendo da sua estrutura química e forma física (BURGOS, 2008).

Contudo, cabe ressaltar que muitos alimentos fontes de fibras não são livres de calorias. Tais calorias resultam da ação da microflora do intestino grosso. Os fatores que influenciam o conteúdo calórico são individuais, como o tipo da flora do intestino e condições ambientais, tipo de dieta consumida e condições de preparo dos alimentos (BURGOS, 2008).

Krotkiewski (1984, apud DREHER, 1987), realizou um dos mais evidentes estudos que demonstra a relação apresentada acima. Numa primeira etapa, participaram nove mulheres obesas, a elas eram dados 10 gramas de goma guar dissolvidas em água, duas vezes ao dia antes das principais refeições (almoço e janta) por oito semanas. O peso corporal médio caiu de $95,6 \pm 3,1$ kg para $91,3 \pm 2,1$ kg, e isso foi confirmado pela gordura corporal

medida. Num segundo momento, 21 pacientes obesos tiveram suas dietas suplementadas com 10 gramas de goma guar ou farelo de trigo (adicionadas à água antes do consumo) em semanas alternadas, num total de dez semanas. O peso inicial era de $92,5 \pm 4,2$ kg e o final foi de $85,4 \pm 3,7$ kg; a perda de peso semanal foi de $0,94 \pm 0,2$ kg quando era consumida goma guar, e $0,64 \pm 0,1$ kg quando o farelo de trigo era consumido. Segundo os autores, embora os indivíduos, que participaram do estudo, tivessem sido orientados a manter suas refeições normais durante o estudo, verificações complementares teriam sido úteis para garantir a conformidade.

Nesse mesmo contexto, estudos clínicos complementaram que não havia provas contundentes de perda de peso pela ingestão de fibras, embora alguns estudos indicassem uma considerável redução na sensação de fome e algum grau de perda de peso em indivíduos que consumiram suplementos de fibras (DREHER, 1987).

Segundo Dreher (1987), o Comitê Consultivo Canadense de Fibra Dietética (1985) conclui que a fibra pode ser usada como um fator de apoio e não como um agente farmacológico na redução de peso.

Desordem intestinal

A constipação intestinal, provavelmente, atormenta a raça humana desde os primórdios. Lopes et al. (2008) descrevem a constipação através de muitos parâmetros: baixa frequência de defecação, dificuldade em expulsar fezes, fezes duras e pequenas, e evacuação incompleta do reto. É difícil criar uma definição universal de constipação, pois há grandes variações individuais internas que afetam no problema. Mais difícil ainda é dimensionar os casos de constipação no mundo, mas isso pode ser parcialmente resolvido se estimarmos a venda de laxantes como um indicador. Apenas nos Estados Unidos, a venda anual de laxantes chega a 500 milhões de dólares (Estudo de Despesas dos Consumidores, 1983 apud DREHER, 1987).

Existem muitos fatores que podem afetar a constipação intestinal:

- Entre várias fontes de fibras testadas, os farelos de cereais mostraram um efeito laxante maior que as fibras de vegetais e frutas. Muitas fibras solúveis, como pectina e goma guar, são ineficientes no efeito laxante, com exceção da psyllium (DREHER, 1987).

- O estilo de vida e estado emocional do indivíduo pode influenciar na produção fecal. A redução de trabalho físico é a primeira causa da constipação (DREHER, 1987). A inatividade pode ser tão importante quanto à falta de fibras na promoção da constipação. Estresse e o tipo de personalidade também podem influenciar na atividade do intestino.

- Algumas doenças podem contribuir para a constipação, como o diabetes e o hipotireoidismo. Remédios como analgésicos, antidepressivos e diuréticos também podem induzir à constipação. No entanto, isso não é a maior causa desse problema intestinal (DREHER, 1987).

- Hormônios sexuais parecem influenciar na função intestinal. A constipação é mais comum em mulheres do que em homens. O ciclo menstrual pode afetar a atividade intestinal, produzindo um período de constipação antes do início do período menstrual. O aumento de progesterona é provavelmente a causa da constipação durante o período menstrual e gravidez (DREHER, 1987).

Um estudo de Thomazine (2007) avaliou o efeito das fibras alimentares presentes na linhaça, aveia, germem de trigo e farelo de trigo, associados ou não à prática de exercício físico (esteira), no tratamento da constipação intestinal de ratos wistar. A pesquisadora concluiu que o grupo na qual consumiu farelo de trigo, sem exercício físico, e o grupo que consumiu aveia, com exercício físico, apresentaram os melhores resultados, no que se refere à quantidade de fezes, quando comparados aos demais grupos (germem de trigo, linhaça e controle). A este resultado foi atribuído a grande quantidade de fibra insolúvel no farelo de trigo e de fibra solúvel (β -glicana) presente na aveia, quando esta for associada com exercício físico, isso porque tal

associação aumenta a quantidade e volume das fezes assim como o tempo de trânsito intestinal.

O farelo de trigo tem se demonstrado efetivo na prevenção de constipação em idosos, além de aumentar o movimento intestinal durante a gestação. Mas não são todos farelos de trigo igualmente efetivos, por exemplo, o farelo mais grosso é melhor que o fino na redução do tempo intestinal e pressão intraluminal e é melhor também no aumento de peso das fezes. O processamento, como a cocção do farelo, reduz sua eficácia (DREHER, 1987).

Além disso, a constipação frequentemente conduz ao surgimento de hemorróidas e doenças diverticulares. Doenças diverticulares do intestino grosso têm se tornado um problema clínico comum nos países ocidentais no último século. Elas resultam de mudanças no tônus muscular do intestino e falta de coordenação nos movimentos de propulsão. Deste modo, a pressão intraluminal aumenta dentro do lúmen do intestino grosso, forçando a formação de bolsas externas ao revestimento da mucosa através dos pontos fracos na parede muscular. A condição diverticulite é associada com dor abdominal, constipação, diarreia e flatulências (DREHER, 1987).

O aumento da incidência de diverticulites nas nações ocidentais coincide com a diminuição de ingestão de fibras, juntamente com a maior disponibilidade de alimentos processados desde a virada de século. A prevenção dos sintomas dessa doença, com a ingestão de alimentos ricos em fibras, acontece da seguinte maneira: (a) aumento do volume das fezes, alargando o diâmetro do intestino grosso, o que impede a formação de diverticulites; (b) redução do tempo de trânsito e passagem de fezes mais macias que diminuem a tensão do intestino grosso e assim não favorecendo o desenvolvimento de divertículos.

Muitos estudos indicam que dietas suplementadas com farelo de trigo reduziram os sintomas da diverticulite em seus pacientes. A quantidade usada foi entre 6 a 10 gramas de fibra de cereal por dia, com uma eficiência aproximada de 80% dos pacientes testados (DREHER, 1987).

A síndrome do intestino irritado se confunde muito com diverticulite, sendo que a única diferença é que a primeira tem maior incidência sobre jovens e a segunda sobre idosos. Mas mesmo assim, o tratamento para aliviar os sintomas é o mesmo. Geralmente indivíduos com síndrome do intestino irritado têm duas vezes mais chances de desenvolver diverticulite que os normais.

Câncer Colorretal

O possível papel da fibra dietética na patogênese do câncer de cólon demonstrou-se importante em estudos epidemiológicos de diferentes populações. Em muitos países subdesenvolvidos eram raros os diagnósticos de câncer de cólon, porém eram relativamente comuns entre os habitantes da maioria das nações ocidentais. Freeman (2001) posteriormente verificou uma baixa incidência de câncer de cólon no norte da Índia, onde a dieta habitual, aparentemente, continha grandes quantidades de fibras, e uma alta incidência de câncer de cólon no sul da Índia, onde a dieta habitual continha menos celulose.

Costa (2003) que analisou vários estudos publicados, relacionando a ingestão de fibras com a prevenção do câncer de cólon, mostra que esses estudos são, por muitas vezes, controversos e que ainda não são conclusivos. No entanto, o autor menciona que este não é um fato para um individuo desistir de uma dieta rica em fibra e baixa em gordura, pois esse tipo de dieta ainda é recomendado para prevenção de várias outras doenças já comprovadas cientificamente, como o diabetes.

Segundo Friedrich (2008), em seu trabalho de revisão sobre câncer colorretal, são muitos as ações de proteção que a fibra oferece em relação a esse tipo de câncer. Dentre eles cita-se a aceleração do trânsito intestinal, o que reduz o contato direto entre os agentes carcinogênicos fecais e a mucosa intestinal; outra ação proposta é que as fibras podem absorver os sais biliares,

que são agentes favoráveis ao surgimento e desenvolvimento do câncer colorretal.

Haas et al. (2006) investigaram outras ações dos grãos integrais na prevenção do câncer colorretal. Um dos mecanismos relacionou a capacidade das fibras em servir como substrato para a fermentação das bactérias presentes no cólon, influenciando a ecologia intestinal e gerando produtos finais fisiologicamente ativos. Tal fermentação contribui para o aumento da massa bacteriana e aumento do volume das fezes.

A fermentação também eleva a produção de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) que alteram o pH e a microflora intestinal, exercendo efeitos fisiológicos benéficos, sendo que o butirato parece exercer as seguintes funções: fornecimento de energia na mucosa intestinal; estímulo da diferenciação celular e multiplicação das células basais; aumento da superfície de contato das microvilosidades; aumento da absorção de cálcio e atividade pancreática e, ainda, aumento das secreções das enzimas digestivas (BURGOS, 2008).

Haas et al. (2006) ainda mencionam estudos na qual mostram que uma alimentação pobre em fibras, contendo altos teores de gorduras e altos níveis calóricos, está relacionada com um maior risco para o desenvolvimento de câncer colorretal. A pesquisa concluiu que apesar de haver mecanismos, é necessária a elaboração de mais estudos a fim de elucidar definitivamente como ocorre tal proteção contra o câncer.

Diabetes Mellitus

O *diabetes mellitus* é uma doença metabólica caracterizada por hiperglicemia crônica em função da ocorrência de defeitos na secreção de insulina e/ou de sua ação. A adoção de estratégias dietéticas adequadas favorece para que o controle glicêmico seja obtido, pois ele é considerado um importante fator na prevenção do diabetes (FABRINI, 2008).

Assim, o *diabetes mellitus* está emergindo como um importante problema de saúde em todo o mundo, isso se deve ao aumento da ingestão de gordura e diminuição da ingestão de fibras. Estas e outras observações levaram Trowell (2001) a postular que o diabetes é um distúrbio de deficiência de fibra. Desde 1976, muitos investigadores têm demonstrado os benefícios terapêuticos da fibra em diabetes e suas complicações.

Embora a utilidade clínica de fibra dietética no tratamento do diabetes esteja bem esclarecida, o papel de fibra na prevenção do diabetes e redução do risco de complicações ateroscleróticas ainda não está. Entretanto, segundo Dreher (1987) alguns estudos relataram que:

1. Dietas ricas em fibra têm efeitos favoráveis sobre a reologia do sangue e nas variáveis hemostáticas em indivíduos diabéticos.
2. Dietas ricas em fibra podem reduzir os fatores de risco para doença cardiovascular aterosclerótica - lipídios, pressão arterial, e obesidade.
3. Dietas ricas em fibra podem reduzir o aparecimento da obesidade e do diabetes.

Cotta et al. (2007) relataram que a estratégia na prevenção e tratamento do *diabetes mellitus* é a obtenção do equilíbrio energético e a manutenção do peso corporal adequado, mantidos por meio do consumo de uma dieta balanceada e da prática regular de atividade física. Sendo que essa dieta deve conter alto teor de fibra alimentar, uma vez que esta reduz a velocidade de absorção da glicose em nível intestinal, contribuindo para o controle glicêmico e melhoria do perfil lipídico.

Fabrini et al. (2008) mencionaram um estudo em seu artigo de revisão, no qual foi verificada a efetividade do consumo de fibras no controle glicêmico. Nas primeiras quatro semanas do estudo, 63 voluntários consumiram o padrão de dieta que estavam habituados. Nas 24 semanas seguintes, os mesmos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, um consumindo dieta com alto teor de fibras (50 g/dia) e outro com baixo teor de fibras (15 g/dia). Os participantes foram instruídos a monitorar suas glicemias e a registrar suas

refeições. No final do estudo, o teor de glicose plasmática foi reduzido substancialmente no grupo que ingeriu altas quantidades de fibras em comparação com o outro grupo. Porém, cabe ressaltar que a quantidade de fibra ingerida foi superior ao recomendado (25-30g/dia).

Na década de 90 foram realizadas pesquisas relacionadas aos fatores hormonais e sua relação no controle glicêmico, sendo então descoberta a importância do hormônio GLP-1 (Glucagon Like Peptide-1).

O GLP-1 é um peptídeo derivado do Proglucagon, encontrado em grandes concentrações na mucosa do íleo distal e intestino grosso. Também é considerado um potente agente antidiabetogênico, porque estimula a secreção de insulina, inibe a secreção de glucagon e retarda o esvaziamento gástrico. Essas reações levam à redução da glicemia, permitindo melhor controle glicêmico nos pacientes diabéticos. Alguns pesquisadores têm avaliado a relação entre a produção de GLP-1 através do consumo alimentar, sendo, portanto, descoberto que dependendo da dieta ofertada, pode-se encontrar maior ou menor produção de GLP-1. As fibras solúveis altamente fermentáveis produzem grandes quantidades de AGCC, e estes são potentes estimuladores da secreção de GLP-1 (IMEN, 2003).

Suplementos de fibra dietética solúvel e insolúvel tem a tendência de produzir efeitos fisiológicos, a longo prazo, associados ao controle da glicemia, menor necessidade de insulina e menor colesterol sérico. Dreher (1987) reuniu 18 estudos referentes a indivíduos diabéticos que foram tratados com uma dieta suplementada de fibras. Um total de 347 indivíduos foi tratado num período médio de 10 semanas. Em torno de 90% dos estudos foram demonstrados melhora no controle glicêmico, indicada pela diminuição dos níveis de glicose no sangue, diminuição da necessidade de insulina e glicosúria reduzida.

3.1.2.9. Efeito potencial adverso da fibra dietética

Há muitas incoerências nos dados sobre o efeito da fibra sobre a disponibilidade de minerais. A adição de 15 a 20 g de fibra por dia à dieta, no entanto, parece ser um nível seguro para a disponibilidade de minerais. Em uma área mais controversa, Harland (1985, apud DREHER, 1987) sugeriu que as dietas ricas em fibra, de até 40g de fibra por dia, não são uma ameaça grave para o equilíbrio mineral em adultos saudáveis. Em contraste, Van Dokkum (1982, apud DREHER, 1987) demonstrou que um aumento na ingestão diária de fibras, de 35g, resultou em saldo mineral negativo. Esta diferença pode estar relacionada a adaptação. Por exemplo, o status mineral de vegetarianos é comparável com os não vegetarianos, mas o status mineral de um não vegetariano quando este começa a consumir uma dieta vegetariana é reduzido, visto que a adaptação ainda não ocorreu. Consequentemente, um aumento controlado da ingestão de fibra ao longo do tempo é o recomendado.

Comparando o nível de dados sobre a disponibilidade de minerais, pouco se sabe sobre os efeitos da fibra na disponibilidade de vitamina. Para as vitaminas hidrossolúveis, o efeito da fibra é variável. A fibra pode promover a absorção de riboflavina, por um lado, e a diminuição da disponibilidade de piridoxina e vitamina B12, por outro lado. Para as vitaminas lipossolúveis, a interferência com a sua absorção têm sido indicadas em vários estudos. Uma área que necessita de investigação é o efeito do crescimento bacteriano e fermentação no intestino grosso sobre a disponibilidade de vitamina (DREHER, 1987).

3.1.3 Barra de Cereais

O consumo de alimentos saudáveis e nutritivos vem crescendo nestes últimos anos, visto que a ingestão de uma dieta balanceada é a maneira mais

eficaz e segura de se evitar ou até mesmo corrigir os problemas de saúde como diabetes, desnutrição e obesidade (SPILLER, 2001; DREHER, 1987).

Diante disso, com a crescente preocupação da população em melhorar a qualidade de vida, principalmente os hábitos alimentares, e de modo a atender esta tendência de alimentos nutritivos, as barras de cereais adquiriram grande espaço no mercado por substituírem outros alimentos de menor valor nutricional. Além de oferecerem praticidade na hora do consumo, o que supre uma carência de tempo, devido às alterações na rotina diária de parte da população.

As barras de cereais surgiram há mais de quinze anos, primeiramente no Reino Unido, como uma alternativa saudável, em oposição aos produtos de confeitaria (chocolates, biscoitos, doces em geral), num momento em que os consumidores estavam começando a se conscientizar em relação aos cuidados com saúde e dieta (BOWER; WHITTEN, 2000).

Tais produtos foram inicialmente desenvolvidos com alto teor de fibra e baixo teor de gordura, preenchendo uma lacuna de mercado onde os biscoitos e as barras de confeitaria eram vistos como uma forma de *snack* pouco saudável (BOUSTANI; MITCHELL, 1990).

Nos anos 90, barras energéticas e nutritivas eram predominantemente consumidas por atletas ciclistas, que escalavam montanhas ou corriam maratonas. Atualmente, o consumo também é feito por não atletas e observa-se a produção de barras para segmentos de mercado específicos. Como exemplos das novas barras produzidas para tais segmentos pode-se citar: barras contendo vitaminas e minerais específicos para mulheres; barras formuladas visando à saúde da próstata do homem; barras para diabéticos, que estabilizam o nível de açúcar do sangue; e barras que auxiliam no combate à osteoporose (MERMELSTEIN, 2002; PEHANICH, 2003).

A nova dieta alimentar do consumidor, focada na preocupação de alimentos mais saudáveis, tem impulsionado o mercado de barra de cereais que cresce cerca de 20% ao ano. No cenário brasileiro atual, onde a economia

passa por um momento recessivo, este é um crescimento alto (BARBOSA, 2005).

Segundo Barbosa (2005) as *famosas barrinhas* movimentam anualmente de R\$ 50 a R\$ 80 milhões. O consumidor deste produto é bastante elitizado, em sua maioria da classe A, seguido em número bem menor pela B e C.

Atualmente, enquanto no Brasil consomem-se 4 milhões de barras de cereais por ano, nos Estados Unidos esta quantidade é de 2,9 bilhões, sendo que o consumo americano cresceu cerca de 40% nos últimos dois anos (FREITAS; MORETTI, 2006).

Um dos motivos que o mercado de barras de cereais tem aumentado nos últimos anos deve-se principalmente à tendência do consumo de alimentos saudáveis com alto teor de fibra e baixo teor de gordura, além de serem produtos inovadores com foco na conveniência e saúde (ESCOBAR et al., 1994).

Boustani; Mitchell (1992) investigaram alguns fatores que beneficiaram o mercado de barra de cereais, entre os quais se destacam: o declínio das tradicionais refeições em família; aumento do conhecimento em saúde, que resultou num aumento na demanda de alimentos considerados saudáveis; aumento na renda disponível em certas seções da população, que possibilita os consumidores a experimentarem novos produtos.

Além disso, os autores elaboraram um questionário a fim de avaliar os apelos envolvidos no marketing de barra de cereais. A palavra saúde foi relatada por 32% dos entrevistados como sendo parte de suas razões de compra. Quando perguntado diretamente se eles associavam barra de cereais com alimentos saudáveis, 88% responderam sim e 12% não.

A primeira empresa a investir no mercado brasileiro de barras de cereais foi a Nutrimental. Em 1992, a empresa lançou a primeira barra do país, a Chonk. O produto – talvez inovador demais para a época – não foi bem aceito

pelo consumidor, e dois anos depois a Nutrimental lançou Nutry, a barra que é o carro-chefe da empresa até os dias de hoje (BARBOSA, 2005).

Hoje, pode-se encontrar mais de 25 sabores de barra de cereais e, apesar dessa grande variedade, ainda é possível apostar nesse mercado. Embora ele já tenha crescido mais no passado, o fato é que as empresas fabricantes estão se organizando e investindo em estratégias de marketing e *merchandising*. Aliado a isso, o consumidor tem buscado uma alimentação mais saudável, e as barras de cereais são ideais para complementar a dieta diária, sendo consumida entre as refeições (BARBOSA, 2005).

Pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL, 2008) levantaram dados que comprovam o crescimento dos mercados de conveniência e saúde, na qual inclui o de barra de cereais, – tanto em termos de demanda quanto de oferta. Os pesquisadores realizaram um levantamento entre os anos 2003 a 2007 e concluíram que as empresas estavam lançando produtos cada vez mais voltados para conveniência – como porções individuais, embalagens e produtos menores – e para a saúde – como *diet*, *light*, funcional, com menos gordura, sem gordura *trans* etc.

Contudo, além de saber que determinado alimento é benéfico à saúde, a aparência, textura, odor e sabor têm papel importante na escolha e ingestão dos alimentos. Embora o corpo humano necessite de vários fatores para preservar sua integridade estrutural e funcional, a grande maioria da população come e bebe o que gosta, conferindo, assim, ao sabor, papel importante na escolha e consumo dos alimentos (CASÉ et al., 2005).

De acordo com Bower; Whitten (2000), os consumidores associam as barras a produtos saudáveis e tem no sabor a principal razão de compra. Os atributos sensoriais de aroma, gosto, textura e aparência também foram citados como importantes para influenciar a intenção de compra dos consumidores. Os autores mostraram, em seu estudo, que o público consumidor é tipicamente composto por jovens e adultos do sexo feminino.

As barras de cereais são produtos obtidos da mistura ou combinação de três ou mais alimentos higienicamente preparados, com específicos valores

nutritivos e específico sabor. Ao ser acrescentado agente ligante, obtém-se textura adequada ao produto, que é embalado e comercializado em porções individuais de aproximadamente 25 gramas as quais são obtidas das mais variadas combinações de ingredientes, principalmente com frutas e cereais (PEREIRA et al., 2008).

Murphy (1995) descreve as barras de cereais como retangulares, porém irregulares, de tamanho pequeno, que com o passar dos anos tem se modificado, passando de um produto “duro” e crocante para um produto “macio” e mastigável, e atualmente também oferecido coberto com chocolate. Outros ingredientes empregados são cereais, frutas e nozes.

Os principais aspectos considerados na elaboração desse produto incluem a escolha do cereal (aveia, trigo, arroz, cevada, milho), a seleção do carboidrato apropriado de forma a manter o equilíbrio entre o sabor e a vida de prateleira, o enriquecimento com vários nutrientes e sua estabilidade no processamento, o uso de fibra dietética e o papel de isoflavonas como ingrediente funcional. Na seleção desses, os aspectos relevantes referem-se à percepção do consumidor quanto ao valor nutricional do produto. São preferidos os com baixo teor ou isentos de gordura, porém com alto aporte energético (BRITO et al., 2004).

Mermelstein (2002) relata que a adição de proteína de soja e vitaminas às barras de cereais deve ser cuidadosa em relação a questão do sabor. A proteína de soja possui um sabor distinto que a maioria dos consumidores não gosta, devido a isso, é de extrema importância a escolha adequada de proteínas com sabor mais sutil. Além disso, podem-se usar aditivos para reduzir o sabor não agradável da proteína de soja. Há algumas vitaminas que também possuem um sabor distinto, sendo que a interação entre algumas dessas com outros ingredientes da barra modificam o sabor.

O autor ainda menciona que o controle de fabricação é extremamente importante para assegurar a boa mistura dos ingredientes. Se o processo não for bem monitorado e controlado, o perfil nutricional pode ser prejudicado. A textura é uma das características mais distinguíveis das barras, sendo que a

funcionalidade das proteínas desempenha um grande papel na determinação da textura. As variáveis do processamento também são determinantes na obtenção da textura, exemplo disso é o controle de temperatura e velocidade, pois alguns ingredientes, por serem mais sensíveis, necessitam de um maior cuidado em determinados equipamentos.

Os principais ingredientes utilizados na elaboração de barras de cereais são: cereais diversos (aveia, arroz e similares como flocos de arroz, farelo de trigo), açúcar e/ou similares (mel, glicose líquida, dextrose líquida, edulcorantes), coadjuvantes de tecnologia (emulsificantes, aromatizantes), frutas para saborização (como uva-passa, damasco seco, banana-passa, morango) e, algumas vezes, chocolate para cobertura ou composição de sabor. Uma nova tendência é o uso da soja como ingrediente básico (COELHO, 2001).

A aveia é um dos principais e mais importantes ingredientes das barras de cereais, em termos nutricionais. Ela é um cereal de alta qualidade nutricional, rico em proteínas, ácido oléico e linoléico, e vitaminas. O carboidrato presente é rico em fibras solúveis, denominadas β , que são polissacarídeos lineares, não-ramificados, compostos por unidades de glicose unidas por ligações do tipo beta 1,4 e beta 1,3 glicose. São hidrossolúveis e resistentes aos processos digestivos (DE SÁ; DE FRANCISO; SOARES, 1998).

Na aveia, a fibra alimentar encontra-se principalmente nos tecidos externos do grão (casca e farelo), com funções estruturais e de proteção. Estes tecidos contêm acima de 70% do total da fibra alimentar, enquanto o endosperma (camada mais interna do grão) apresenta quantidades relativamente pequenas (MONTEIRO, 2005).

Os flocos de arroz também são matérias-primas presentes na maioria das barras de cereais, isso porque conferem crocância ao produto e menor densidade. Este é fabricado a partir da farinha de arroz, açúcar, malte e sal, utilizando-se o processo de extrusão. Neste processo os ingredientes são submetidos ao calor, umidade, pressão e cisalhamento, transformando-os em uma massa viscoelástica que emerge do extrusor. A queda súbita de pressão

permite a vaporização de água e conseqüentemente a expansão da massa de cereal. O produto tem uma estrutura celular formada por bolsões de ar envoltos por paredes de amido gelatinizado, o que contribui para sua textura quebradiça (TAKEUCHI; SABADINI; CUNHA, 2005; MURPHY, 1995).

A adição de nozes, amêndoas e amendoins promove aumento no teor de fibras além de agregar valor nutritivo, pois são fontes de gorduras insaturadas. A lecitina é um agente emulsificante que une água e gordura, reduzindo a tensão superficial, e conseqüentemente retém a umidade, prevenindo a cristalização da sacarose. Os óleos e gorduras utilizados auxiliam na liberação de aroma, pois a gorduras encapsulam o aroma e, quando derretida na boca, os liberam lentamente¹.

Na elaboração da calda, responsável pela aglomeração dos ingredientes sólidos, a utilização exclusiva de sacarose pode resultar em produto seco, duro e granuloso, devido ao seu limite de solubilidade, em torno de 67%. Em associação à sacarose, podem ser utilizados açúcar invertido, glicose, frutose, maltose e seus xaropes. Xaropes com baixo ponto de ebulição conferem maior maciez às barras, enquanto os com alto ponto de ebulição conferem uma textura mais rígida (GALLI et al., 1996).

O xarope de glicose possui uma propriedade anticristalizante, por aumentar a solubilidade da sacarose e apresentar polissacarídeos complexos que elevam a viscosidade da solução de açúcares. Além disso, por possuir menor peso molecular do que a sacarose, exerce maior pressão osmótica, aumentando seu poder de penetração nos tecidos vegetais e minimizando a possibilidade de crescimento de bolores e leveduras (GALLI et al., 1996).

¹ Curso de Tecnologia de Fabricação de Barras de Cereais. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belo Horizonte - MG. 2008.

A Figura 8 mostra o fluxograma de produção de barra de cereais.

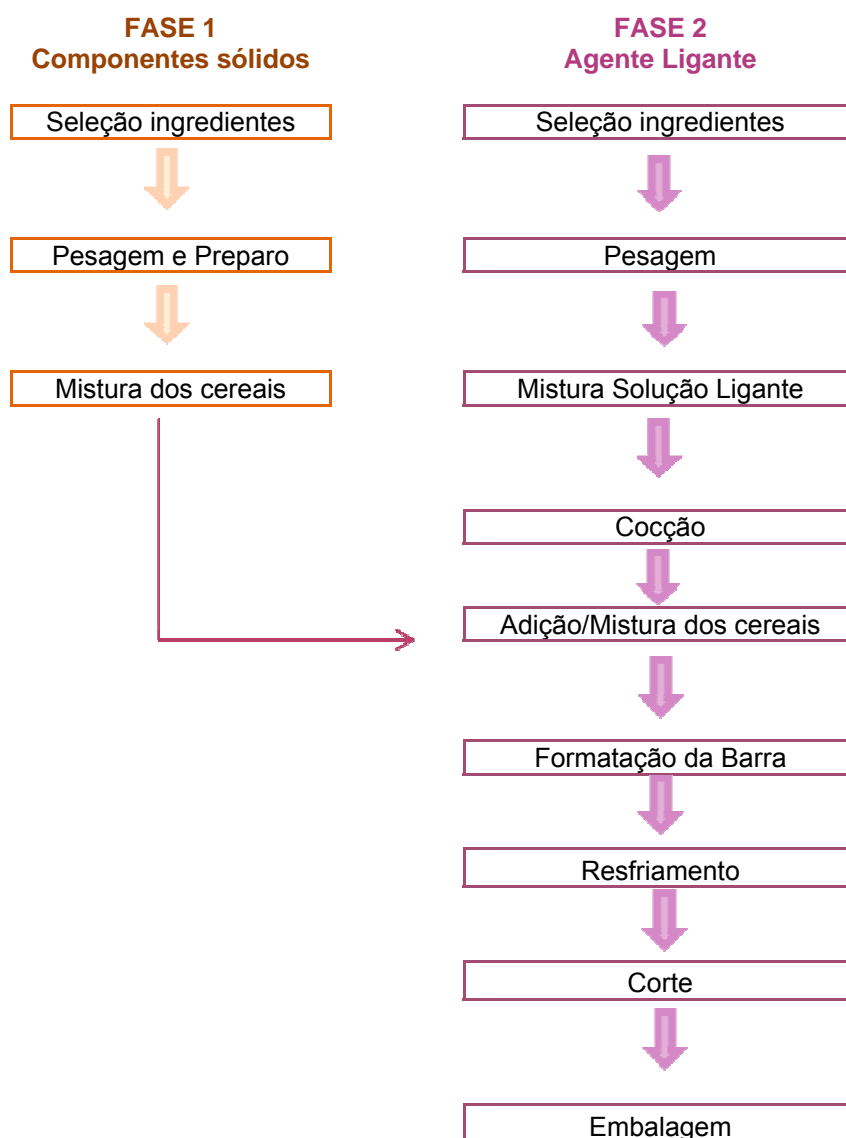


Figura 8: Fluxograma de produção de barra de cereais.

Fonte²

No processamento da barra de cereal, os cereais e frutas que compõem cada produto são dosados, através de um sistema dosador volumétrico de sólidos, conforme a formulação adotada e enviados por esteira à etapa posterior de fabricação. Essa é a fase 1 na qual é feito o pré-mix de cereais. É importante que essa fase represente 60% da mistura total².

² Curso de Tecnologia de Fabricação de Barras de Cereais. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belo Horizonte - MG. 2008.

No preparo da solução ligante, correspondendo a 40% da mistura total, os ingredientes líquidos são aquecidos até uma temperatura de 105°C, atingido 86°Brix e 36% de sólidos solúveis; nesse processo de cocção a atividade de água diminui. O xarope à base de açúcar e a emulsão com gordura são responsáveis pela liga. Essa é a fase 2 do processo³.

Em seguida, a fase 1 é adicionada à solução ligante (fase 2), ainda quente, em um misturador contínuo de massa. A mistura resultante é prensada em forma de “tapete” em um sistema laminador e passa por cilindros calibradores a fim de definir a espessura final³.

Em seguida ela passa por um túnel de resfriamento. Nesse resfriamento as barras deverão atingir a temperatura de 9°C, e a sala de produção deverá ter uma temperatura não maior que 20°C, isso para que não haja condensação de umidade na barra de cereais³.

Logo após, o tapete resfriado é cortado em tiras, através de facas rotativas, conforme a dimensão e o peso definidos. As tiras são separadas por uma mesa espaçadora para evitar que voltem a se aderir. Nessa mesa espaçadora, as barras são cortadas transversalmente e encaminhadas para o envase. As embalagens deverão ser confeccionadas de um material impermeável ao vapor da umidade e luz para não prejudicar a textura do produto³.

Pode-se encontrar uma infinidade de marcas e sabores de barras de cereais nos mercados, lojas de conveniências e/ou farmácias. Mais precisamente em Porto Alegre, encontram-se, entre outras, as seguintes marcas: Trio, Nutry, Ritter, Neston, Linea, Supino, Taeq, Quaker, Fibraxx, Nature Valley. A Quadro 6 mostra a composição nutricional de cada marca citada acima. Como se pode observar, o teor de fibras é muito variável, sendo que em algumas o teor é nulo.

³ Curso de Tecnologia de Fabricação de Barras de Cereais. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belo Horizonte - MG. 2008.

Quadro 6: Composição nutricional de barras de cereais.

Marca	Sabor	(g)	Valor calórico	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras Totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibra Alimentar (g)
Supino Banana Brasil	Banana com cobertura de chocolate	25	110	21	1	2	1	3
Trio	Brigadeiro	25	100	15	1	4	2	0
Trio	Chocolate Light	25	100	16	2	3	1	1
Linea	Chocolate, avelã e castanha	25	75	17	1,5	3	1	1
Nutri	Banana e chocolate	25	110	16	1	4	1,5	1
Taeq	Pêssego e damasco Light	25	79	17	1	1	0	1,3
Taeq	Ameixa e chocolate Light	25	73	15	1	1	0	2,7
Fibraxx	Cobertura de chocolate	18	80	9	1	5	3	2
Neston	Frutas e fibras Light	25	80	14	1	2	0,5	5
Neston	Castanha, avelã e chocolate light	25	80	13	2	2,5	1,5	5
Quaker	Torta de Limão	22	95	15	1,4	3,1	1,7	0
Nature Valley	Aveia e Mel	20	89	14	1,7	3,2	0,4	1,2
Ritter	Frutas vermelhas e chocolate light	25	110	18	1,2	3,8	3,2	0,8

Fonte: Informação dos Fabricantes.

Com o intuito de garantir credibilidade às barras ao consumidor, o grupo de pesquisas da Pro Teste analisou doze barras de cereais de sete marcas. As marcas analisadas foram: Carrefour, Good Light, Linea, Neston, Nutry, Ritter e Trio e os sabores foram o de banana e o de castanha, avelã e chocolate (PRO TESTE, 2007).

No teste foi avaliada a veracidade das informações contida no rótulo. Segundo ANVISA (1998) para um produto ser considerado como “fonte de fibra”, o mesmo deve conter um teor de 3g de fibras em cada 100g do total sólido e para ser considerado com “alto teor de fibras”, o produto deve possuir 6g de fibras em cada 100g do total sólido.

Em tal quesito os produtos piores classificados continham até 60% menos fibra do que indicavam. A pesquisa ainda cita, como exemplo, que a barra de cereais da marca Nutry sabor de banana constava ser “fonte de fibras”, devendo possuir, portanto no mínimo 3g de fibra por 100g. Assim, a barra de cereais de 25g deveria conter 0,75g de fibra, porém continha somente 0,62g.

Quanto ao teor de fibras, a melhor classificada foi a Neston Light castanha e avelã, que continha 4g de fibra por barra (equivalendo a 16% da necessidade diária). As demais marcas variaram na recomendação diária numa faixa de 1,8% a 9,3%, sendo que a Trio e a Nutry light de banana foram as piores classificadas com as porcentagens de 1,8 e 2,5%, respectivamente (PRO TESTE, 2007).

Visto que a maioria das barras de cereais possui um baixo teor de fibras, sugere-se um estudo experimental a fim de desenvolver uma barra de cereais com 8g de fibras, o que equivale a 32% da recomendação diária (25 a 30g, segundo WHO, 2002). Assim, um indivíduo que possui uma dieta pobre em fibras, ao consumir duas barras com 8g de fibras cada uma, estaria ingerindo um percentual de 64% da recomendação diária de fibras.

Porém, o desenvolvimento de tal produto deverá ser bem planejado na questão das matérias-primas, pois, segundo Gutkoski et al. (2007), o aumento do teor de fibra alimentar poderá afetar significativamente as características sensoriais do produto final, o que poderá reduzir a intenção de compra por parte do consumidor. Resultado semelhante também foi encontrado quando se aumentou a concentração de açúcar na calda.

Os autores ainda relatam que a adição de fibra na formulação normalmente aumenta a dureza das barras de cereais. Em produtos

armazenados por sete meses, os autores verificaram que o emprego de inulina permitiu manter a dureza similar à inicial, enquanto que nas formuladas com maltodextrina ocorreu um aumento significativo da dureza. Além dos açúcares, outros ingredientes como gelatina e emulsificantes podem ser empregados na formulação visando reduzir os efeitos sensoriais indesejáveis devido à adição de fibras. No estudo publicado por Gutkoski et al. (2007) foi verificada uma melhoria nas características sensoriais das barras de cereais formuladas com a adição de sorbitol, açúcar mascavo, gelatina hidrolisada e lecitina de soja.

Uma alternativa de matéria-prima seria o farelo de trigo. Segundo Montenegro et al. (2008) o farelo de trigo representa uma importante fonte de fibra insolúvel, trazendo benefícios para o trânsito intestinal. O teor de fibra alimentar total presente no farelo de trigo encontra-se em torno de 50%, e, desse total, o teor de fibra insolúvel representa cerca de 86% e, o de fibra solúvel, 14%.

Os autores ainda avaliaram a polidextrose, como fonte de fibra (possui 90% de fibras totais). Ela atua em alimentos melhorando a textura, funcionando como estabilizante e espessante, além de umectante. É muito utilizada em produtos para dietas de baixas calorias. Seus efeitos laxativos são encontrados somente em dosagens acima de 90 g/dia em adultos. A dosagem máxima recomendada para crianças é de 1 g.kg⁻¹ de massa corpórea para que não provoque flatulência. A polidextrose é um polímero solúvel em água formado por unidades de glicose, cujo valor calórico é de apenas 1 kcal.g⁻¹. É produzida através da condensação a vácuo de glicose, na presença de sorbitol e ácido cítrico ou fosfórico. Estudos foram realizados evidenciando o metabolismo da polidextrose em mamíferos e o que se pôde observar é que ocorre fermentação pelas bactérias do trato intestinal com a produção de ácido acético, propiônico e butírico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A viabilidade futura e o sucesso dos alimentos funcionais no mercado dependem de vários elementos. A questão principal é a aceitação dos consumidores por tais produtos, os quais devem estar convencidos de que a sua alegação de saúde é clara, verdadeira e bem embasada cientificamente.

A indústria deve evitar a rotulagem de alimentos alegando funcionalidade se esta não for devidamente validada. As agências devem regularizar melhor a questão da alegação de funcionalidade dos alimentos, isso para dar celeridade ao processo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos. E por fim, o meio acadêmico deve atuar em parceria com as agências reguladoras e desse modo conferir uma maior credibilidade ao consumidor.

Em se tratando das fibras alimentares, reconhecidas como alimento funcional, muitos estudos permitem confirmar seus efeitos benéficos, tanto das fibras solúveis quanto das insolúveis, na prevenção e tratamento de algumas doenças, como câncer de cólon, diabetes, obesidade, doenças coronárias e gastrintestinais, a partir de diferentes mecanismos de ação. Contudo, considerando que, em outros estudos, alguns desses efeitos não foram totalmente comprovados, faz-se necessário um maior aprofundamento sobre seus benefícios.

O presente trabalho mostrou que a barra de cereais pode ser uma excelente fonte de incorporação de fibras – caso a barra de cereais tenha um alto teor de fibras - na alimentação das pessoas, visto que seu mercado de consumo está em expansão. A população demonstra-se cada vez mais preocupada com a saúde, o que facilita tal incorporação. Contudo, sugere-se o desenvolvimento de uma barra de cereais com teor maior de fibras, a fim de aumentar significativamente a ingestão dessa substância, ajudando na prevenção e tratamento de doenças não transmissíveis por parte dos indivíduos.

5. REFERÊNCIAS

AC NIELSEN. 2007. Disponível em: <http://br.nielsen.com/reports/index.shtml>> Acesso em: 30.nov.2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jan. 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos (2005)**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO Abia. **Mercado Brasileiro dos alimentos industrializados**, 2005 disponível em: <http://www.anuarioabia.com.br/editorial_05.htm>

ANDERSON, J. W.; HANNA, T. J. Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. **Journal of Nutrition**, Kentucky, v. 129, p. 1475S-1466s, 1999.

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ARABBI, P. R. Alimentos funcionais – aspectos gerais. **Nutrire**. São Paulo: v. 21, p.87-102, 2001.

BARBOSA, C. E. M. Barra de Cereais: lucre com esse mercado que cresce 20% ao ano. Revista da Padaria Moderna, 68. ed., n. 8, ano 6, 2003. Disponível em <http://www.padariamoderna.com.br/materias.php?cd_secao=6&codant=53>. Acesso em 01.dez.2009.

BIANCO, A. L. **A Construção das Alegações de Saúde para Alimentos Funcionais**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Secretaria de

Gestão e Estratégia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2008.

BOUSTANI, P.; MITCHELL, V.-W. **Cereal bars: A perceptual, chemical and sensory analysis**. *British Food Journal*, v. 92, n. 5, p. 17-22, 1990.

BOWER, J. A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensorial Studies**, v.15, n.3, p.327-345, 2000.

BRASIL. Portaria n.º 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Publicada no Diário Oficial da União, Poder Executivo, em 03 de maio de 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 16*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. Brasília, 1999a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 17*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. Brasília, 1999b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 18*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Brasília, 1999c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 19*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Brasília, 1999d.

BRITO, I. P.; CAMPOS, J. M.; SOUZA, T. F. L.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G. A. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p.35-50, jan./jun. 2004.

BROWN, S. **Functional Foods And Beverages In The U.S.**, 4th Edition, New Orleans, LA, maio, 2009.

BURGOS, M. G. P. A.; SALVIANO, F. N.; BELO, G. M. S.; BION, F. M. Doenças inflamatórias intestinais: o que há de novo em terapia nutricional? **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. São Paulo, v.23, n.3, p.184-9, 2008.

BURKITT, D. P; TROWELL, H. C. The Concept of Dietary Fiber. In: DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber: An Applied Approach**. Marcel Dekker, Inc, New York, 1987.cap.1.

CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de “leite” de soja enriquecido com Cálcio. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 86-91, jan./mar. 2005.

CHAU, C.F.; HUANG, Y.L. Characterization of passion fruit seed fibers: a potential fibre source. **Food Chemistry**, London, v.85, p.189-194, 2004.

COELHO, N. **Apostila de aulas práticas de MAF 1280 Tecnologia de Alimentos**. Universidade Católica de Goiás, Departamento de Matemática e Física, Curso De Nutrição, 2001. Disponível em:
<www.ucg.br/ACAD.../professor/.../Apostila%20de%20aulas%20práticas.doc>
Acesso em: 01.dez.2009.

COSTA, J. E. S. **Fibra Alimentar e Câncer de Cólon**. Lavras: UFLA, 2003. 17p. Trabalho de Conclusão de Especialista em Nutrição Humana e Saúde, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

COTTA, R. M.; COSTA, J. A.; BALGA, R. S. M.; ALFENAS, R. C. G. Promoção Da Saúde E Diabetes: Discutindo a Adesão e a Motivação De Indivíduos Diabéticos Participantes De Programas De Saúde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, n.647. Rio de Janeiro, 2007.

CRAVEIRO, Alexandre Cabral; CRAVEIRO, Afrânio Aragão. **Quitosana – a fibra do futuro**. Fortaleza, PADETEC, 1999.

DE SA, R. M.; DE FRANCISCO, A.; SOARES, F. C. T. Concentração de betaglucanas nas diferentes etapas do processamento da aveia (*Avena sativa* L.). **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 425-427, 1998.

DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber: An Applied Approach**. Marcel Dekker, Inc, New York, 1987.

EVANGELISTA, José. **Alimentos: um estudo abrangente**. São Paulo: Atheneu, 2005.

ESCOBAR, A.B.; ESTÉVEZ, A.M.A.; TEPPER, A.L.; AGUAYO, M.R. **Características nutricionales de barras de cereals y maní**. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 48, n. 2, p.156-159, 1998.

FABRINI, S. P.; ALFENAS, R. C. G. Impacto do Índice Glicêmico no Controle Glicêmico em *diabetes mellitus*. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, 23(2):135-40, 2008.

FEDERMANN, M. **Conhecimentos e práticas alimentares de indivíduos diabéticos não insulino-dependentes**. São Paulo: USP, 1994. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Saúde Pública da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

FELICIO, P. Dieta ocidental e saúde: alguns erros históricos. **Revista ABCZ**, Uberaba, ano 5, n.26, maio/junho, 2005.

FILHO, M. B.; SOUZA, A. I.; MIGLIOLI, T. C.; SANTOS, M. C. Anemia e obesidade: um paradoxo da transição nutricional brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.24, suppl.2, 2008.

FILHO, M. B.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, suppl.1, 2003.

FREEMAN, H. J. Human Studies on Dietary Fiber and Colon Neoplasia. In: SPILLER, G. A. **CRC Handbook Of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 3rd Edition, Health Research and Studies Center, Inc. SPHERA Foundation, Los Altos, California, 2001.cap.5.5.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 318-324, abr./jun. 2006.

FRIEDRICH, R. R. **A influência da alimentação no câncer colorretal**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 51p. Trabalho de Conclusão de Especialista em Saúde Pública, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GALLI, D. C.; BILHALVA, A. B.; RODRIGUES, R. S.; RODRIGUES, L. S. Influência da composição do xarope nas características físico-químicas de pêssegos tipo passa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 3, p. 179-182, set./dez. 1996.

GIBSON, G. R. **Functional foods: Concept to product**. CRC Press, Cambridge, England, 2001.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra

alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas: v.27,n.2,p. 355-363, abr./jun. 2007.

HAAS, P.; ANTON, A. A.; SARTORI, A. S. Possíveis Mecanismos de Ação dos Grão Integrais na Prevenção do Câncer Colorretal. **Estudos de Biologia**, v. 28, n. 65, p. 113-119, out./dez. 2006

HASLER, C. M. 2000. The Changing Face of Functional Foods. **Journal of the American College of Nutrition**, Detroit, v. 19, n. 5, p. 499S-506S.

HEASMAN, M. & MELLENTIN, J. 2001. **The Functional Foods Revolution**. Healthy People, Healthy Profits? London : Earthscan.

IMEN. Instituto de Metabolismo e Nutrição. Coletânea de artigos científicos disponíveis em: <<http://www.nutricaoclinica.com.br/Categoria/Conteudo-Cientifico/Alimentos-funcionais-Fibras/>> Acessado em 17.nov.2009.

ITAL. **Pesquisa estuda mercado de alimentos com apelo de conveniência e saúde**, 08 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/>>. Acesso em: 14.ago. 2008.

JONES, P. J. Clinical nutrition: 7. Functional foods — more than just nutrition. **Canadian Medical Association or its licensors**. Montreal, v.166,n.12,2002.

KEY, T.J; ALLEN, N.E; SPENCER, E.A; TRAVIS, R.C. The effect of diet on risk of cancer. **The Lancet**. v.360,n.9336,2003.

KUMANYAKA, S.K. **Mini-symposium on obesity: overview and some strategic considerations**. Annu Rev Public Health 2001; 22:293-308.

LAJOLO, F.M. **Um olho no prato outro no futuro**. Jornal da Unicamp, Campinas, n. 237, p.3-4, 10 Nov 2003. Entrevista concedida a Luiz Sugimoto. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/237pag03.pdf>.

LOPES, A. C.; VICTORIA, C. R. Ingestão De Fibra Alimentar E Tempo De Trânsito Colônico Em Pacientes Com Constipação Funcional. **Arquivos de Gastroenterologia**. São Paulo, v.45, n.1, jan/mar, 2008.

MADRUGA, S. W. **Fibras Alimentares na População de Pelotas-RS: Hábito de consumo e fatores associados**. Pelotas: UFPEL, 2006. 91p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.1, Fevereiro, 2000.

MCCARRISON, R. **Studies in Deficiency Disease**, Frowde, Hodder and Stoughton, London, 1921.

MERMELSTEIN, N. H. Developing foods to meet the needs of women. **Food Technology**, v.56, n.1, p.40, 42-45, 55, 2002.

MONTEIRO, F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MONTENEGRO, F. M.; GOMES-RUFFI, C. R.; VICENTE, C. A.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; STEEL, C. J. Biscoitos de polvilho azedo enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas: v.28(Supl.),p. 184-191, dez. 2008.

MURPHY, P. Countlines and cereal bar. In: JACKSON, E. B. (ed.) **Sugar confectionery manufacture**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p.287-297.

NESTLÉ. Nutrição Clínica. **Fibras em nutrição enteral**. Disponível em: <http://www.nestle.com.br/portalnestle/healthcarenutrition/MatrixContainer/MatrixContainer.aspx?_MainLoaded=../Noticias/ucNoticia.aspx&CdNoticia=716&pe=&idDiv=divMnuProfissionalPrinc&idImg=imgProfissional&sgAreaSite=2> Acesso em: 17.nov.2009.

NEUTZLING, M. B. Frequência de consumo de dietas ricas em gordura e pobres em fibra entre adolescentes. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.41, n.3, Junho, 2007.

NOGUEIRA, C. Funcionais e Nutraceuticos. *Revista Funcionais e Nutraceuticos*, n.0, São Paulo, 2007.

OAKENFULL, D. Physical Chemistry of Dietary Fiber. In: SPILLER, G. A. **CRC Handbook Of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 3rd Edition, Health Research and Studies Center, Inc. SPHERA Foundation, Los Altos, California, 2001. Cap.2.7.

OH, K.; HU, F.B.; MANSON, J.E.; STAMPFER, M.J.; WILLETT, W.C. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of nurses' health study. *Am J Epidemiol*. 2005;161(7):672-9

OHR, L. M. Fortifying with fiber. **Food Technology**, v.58, n.2, p.71-75, 2004.

OLIVEIRA, D. & FERNANDES, D. 2004. Revolução na mesa. *Isto É Dinheiro*, São Paulo, 21.jan. Disponível em:
<http://www.terra.com.br/istoedinheiro/333/negocios/333_revolucao_mesa.htm
> Acesso em : 30.nov.2009.

PADILHA, P.C.; PINHEIRO, R. L. O papel dos alimentos funcionais na prevenção e controle do câncer de mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**.[S/L]: v. 50, p. 251-260, 2004.

PALLOS, D. V. **Estado Nutricional e Consumo Alimentar de Indivíduos de Diferentes Áreas Socioeconômicas de Ribeirão Preto**: comparação entre 1991/93 e 2001/03. Ribeirão Preto: USP, 2006. 119p. Dissertação de Mestrado, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

PEHANICH, M. No Holds Barred. **Prepared Foods**. nov., 2003. Disponível em http://www.preparedfoods.com/Articles/Feature_Article/e95a022f62788010VgnVCM100000f932a8c0_____ Acesso em 02.dez.2009.

PEREIRA, L.A.; MACEDO, D.C.; CIABOTTI, S.; FARIA, N.V. **Aceitabilidade de Barras Alimentícias Elaboradas com Resíduo do Extrato de Soja e Vegetais Desidratados**. In: Anais do Primeiro Seminário de Iniciação Científica do CEFET. Uberaba, 2008.

PIMENTEL, C.V.M.B., FRANCKI, V.M., GOLLUCKE, A.P.B. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. Ed. Varela. 95p. 2005.

PRO TESTE. Publicação da Pro Teste – Associação Brasileira de Defesa do Consumidor. **Barra de Cereais**. São Paulo:n.64,p.22-26,nov,2007.

ROBERFROID, M.B. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(suppl): 1660S- 4S, 2001.

SALMERON, J., MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ G. A.; WING A. L.; WILLETT W. C. A Dietary Fiber, Glycemic Load, and Risk of Non-insulin-dependent Diabetes Mellitus in Women. **Journal American Medical Association**, v.277, p. 472, 1997.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. *Braz. J. Food Technol.*, v.2, n.1-2, p.7-19, 1999.

SPILLER, G. A. **CRC Handbook Of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 3rd Edition, Health Research and Studies Center, Inc. SPHERA Foundation, Los Altos, California, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS. 2007. Disponível em : <http://www.sba.org.br>. Acesso em : 30.nov.2009.

TETTWEILER, P. Snack foods worldwide. **Food Technology**, v.45, p.58-62, 1991.

THOMAZINE, A. A. S. **Avaliação de ingesta de fibras alimentares em ratos wistar fêmeas**. Cascavel: FAG, 2007. 17p. Trabalho de Conclusão de Curso de Nutrição, Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2007.

TROWELL, H. C. Development of the Dietary Fiber Hypothesis of Diabetes Mellitus. In: SPILLER, G. A. **CRC Handbook Of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 3rd Edition, Health Research and Studies Center, Inc. SPHERA Foundation, Los Altos, California, 2001. Cap.5.2.

WHO/FAO J. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Report. Geneva, Switzerland; 2002 28 January – 1 February 2002.